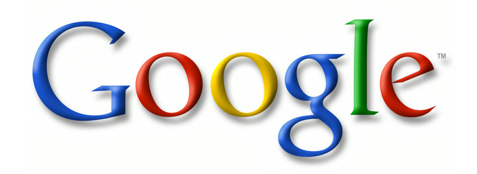
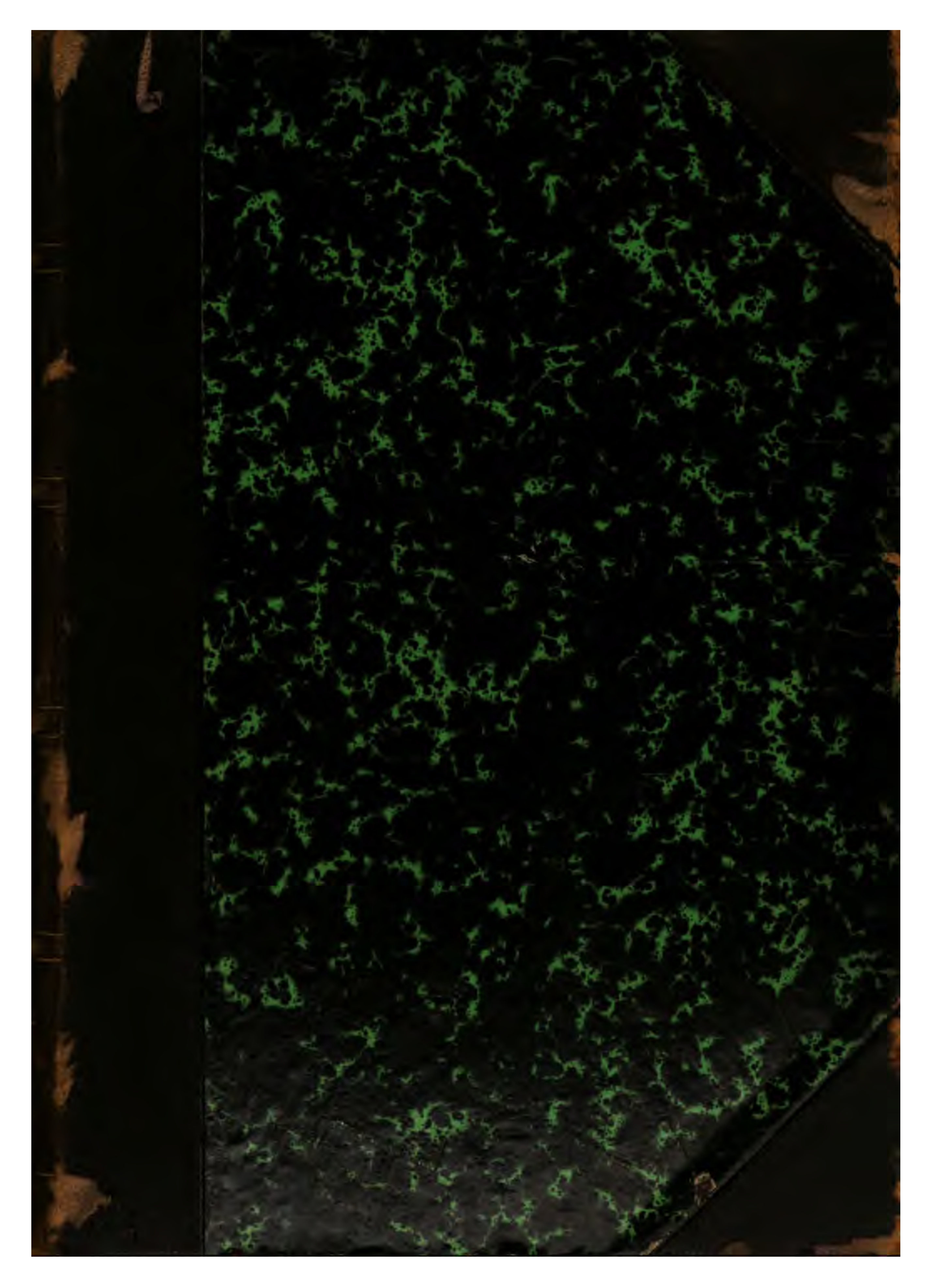






ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

(BEGRÜNDET VON **MAX v. PETTENKOFER.**)

UNTER MITWIRKUNG

VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Dr. BONHOFF, Marburg a. L.; Prof. Dr. E. CRAMER, Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Zürich; Prof. Dr. HEIM, Erlangen; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. KABRHEL, Prag; Prof. Dr. F. KRATSCHMER, Wien; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Prof. Dr. LODE, Innsbruck; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. F. RENK, Dresden; Prof. Dr. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Generaloberarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. WERNICKE, Posen.

HERAUSGEGEBEN

VON

H. BUCHNER, J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

MÜNCHEN STRASSBURG WIEN LEIPZIG BERLIN.

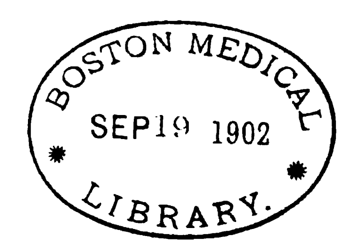
EINUNDVIERZIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND BERLIN.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

1902.

Inhalt.



Beitrag zur Frage der Resorption und Assimilation des Plasmons, im Vergleich zum Tropon, Soson und zur Nutrose.

Von

Dr. med. et phil. **R. O. Neumann,**
I. Assistent am hygienischen Institut zu Kiel.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Die Arbeit »Über Tropon und Plasmon« von Johannes Müller in Nr. 51 und 52 der Münchner med. Wochenschrift 1900 veranlafst mich, einen Stickstoff-Stoffwechselversuch mit Plasmon zur Kenntnis zu bringen, den ich bereits im Juni 1899, als das Plasmon eben im Handel erschienen war, im hygienischen Institut in Würzburg ausgeführt habe, dessen Resultate ich aber zunächst beiseite legte, weil sie für sich allein gerade nichts Besonderes boten. Erst nachdem im Laufe der Zeit von mehreren Seiten Versuche mit demselben Stoff und auch mit anderen Nährpräparaten angestellt worden sind und mittlerweile das Plasmon sich eine erste Stelle unter den neuen Eiweifsstoffen geschaffen hat, scheint es mir gerechtfertigt, meine Ergebnisse mitzuteilen, um so mehr, als ich beim Vergleich der Müllerschen Resultate mit den meinigen und mit denen anderer eine Beobachtung gemacht zu haben glaube, die mir vom theoretischen Standpunkt aus zur Bekanntgabe interessant erscheint.

Es handelt sich dabei um die auffällige Thatsache, dafs man im allgemeinen bei den Eiweifspräparaten, welche aus reinem **Fleisch** resp. aus **Fleisch**

und Vegetabilien hergestellt sind, den Stickstoffgehalt des **Kotes** in der Hauptperiode höher findet als in der Vor- und Nachperiode, während bei den aus **Milch** bereiteten Nährmitteln, speciell beim Plasmon, der Stickstoffgehalt des **Harnes** in der Hauptperiode eine Vermehrung erfährt.

Zwar ist dies Ergebnis nicht in allen, mir zugänglichen Stoffwechselarbeiten über oben genannte Präparate in ausgesprochenem Maſse aufgefunden worden, aber dafür tritt es in einigen Arbeiten über Plasmon, Tropon und Soson so überzeugend in den Vordergrund, daſs dies nicht nur auf Zufall beruhen kann.

Besonders meine ich hier die verschiedenen Versuche von Bloch[1]) mit Plasmon; J. Müller[2]) mit Plasmon und Tropon; R. O. Neumann[3]) mit Soson, Tropon[4]) und Plasmon. Auch in einigen anderen Arbeiten läſst sich das Angedeutete deutlich zeigen.

Bevor ich jedoch auf diese Darstellung näher eingehe, lasse ich den an mir ausgeführten Plasmonversuch folgen.

A. Plasmonversuch.

Darstellung und Eigenschaften des Plasmons sind zu bekannt, als daſs ich den Leser nochmals mit deren Angabe behelligen müſste, ebenso darf die »obligate« Einleitung über den Nutzen der Eiweiſspräparate, die in modifizierter Weise bei jeder solchen Arbeit wieder erscheint, wegfallen.

Hier sei nur auf die Zusammensetzung des Präparates hingewiesen, die von den einzelnen Untersuchern ermittelt wurde (in Prozenten ausgedrückt):

---

1) E. Bloch, Über das Plasmon (Caseïn) als Eiweiſsersatz, nebst Beiträgen zur Lehre vom Eiweiſsstoffwechsel. Zeitschr. f. diätetische u. physikal. Therapie, 1899, Bd. III, Heft 6.

2) J. Müller, Über Plasmon und Tropon. Münchner med. Wochenschr., 1900, Nr. 51 u. 52.

3) R. O. Neumann, Über Soson, ein aus Fleisch hergestelltes Eiweiſspräparat. Münchner med. Wochenschr., 1899, Nr. 40.

4) R. O. Neumann, Tropon als Eiweiſsersatz. Münchner med. Wochenschr., 1899, Nr 2.

Tabelle I.

Untersucher	N	= Eiweifs	Äther-extrakt	Kohlehydrate resp. Zucker	Wasser	Asche	Bemerkungen
Caspari[1] . . .	—	74,54	1,76	2,75	12,56	8,39	
Albu[2]	—	62—68	1,4	—	—	8,17	
Poda u. Prausnitz[3]	12,93	—	0,15	2,25	11,17	7,62	In d. Trockensubstanz
Poda u. Prausnitz	12,54	—	0,45	2,48	12,65	8,14	In d. Trockensubstanz
Bender u. Hobein	11,19	86,12	0,25	—	10,82	7,95	Eiweifs ist auf aschefreie Substanz berechnet.
Bloch[4]	11,22	—	0,66	—	12,67	8,76	
Bloch	11,09	—	0,64	—	12,01	8,23	
Wintgen[5] . . .	11,07	70,51	4,4	4,2	10,66	6,96	
Müller[6]	11,34	—	—	—	—	—	
Neumann . . .	11,2	70,0	1,32	—	13,7	7,43	

Man sieht aus dieser Tabelle kleine Schwankungen in der Zusammensetzung, welche wohl durch die Herstellungs- und Bereitungsweise bedingt sein mögen. Praktisch dürften sie bedeutungslos sein.

Der Stoffwechselversuch zerfällt in eine Vorperiode, eine Hauptperiode und in eine Nachperiode, von denen die erstere 4, die Hauptperiode 8 und die letztere 5 Tage in Anspruch nahm.

Das Stickstoffgleichgewicht liefs sich bei einem Gewicht von 71 kg mit 14,02 N resp. 87,85 Eiweifs, 100 Fett und 326,2 Kohlehydraten = 2229,8 Calorien erreichen.

Von den 87,85 Eisweifs wurden in der Hauptperiode 63,81 also $^3/_4$ des Tagesbedarfs in Form von Plasmon gereicht und dadurch die ganze Fleischmenge von 300 g ersetzt.

---

1) Caspari, Die Bedeutung des Milcheiweifses für die Ernährung. Zeitschr. f. diätetische u. physikal. Therapie, 1899, Bd. III, Heft 5.

2) Albu, Über den Eiweifsstoffwechsel bei chronischer Unterernährung. Zeitschr. f. klin. Medizin, 1899, Bd. 38, S. 250.

3) Poda u. Prausnitz, Über Plasmon, ein neues Eiweifspräparat. Zeitschr. f. Biologie, 1899, Bd. 39, 3. Heft.

4) Siehe Note 1 auf Seite 2.

5) Wintgen, Beiträge zur Kenntnis des Caseïns. Zeitschr. f. Untersuchung der Nahrungs- u. Genufsmittel, 1899, Heft 10.

6) Siehe Note 2 auf Seite 2.

In der Nachperiode nahm ich dieselbe Kost wie in der Vorperiode, welche aus 300 g magerem Ochsenfleisch[1]), 350 g Schwarzbrot, 92,5 g ausgelassenem Schweineschmalz und 50 g Zucker bestand.

Die näheren Angaben sind aus folgenden Tabellen ersichtlich:

Tabelle II.

Analysen der Nahrungsmittel.

	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Wasser	Asche
Mageres Ochsenfleisch . .	21,27	1,8	—	72,3	1,4
Schwarzbrot ohne Rinde .	6,87	0,6	50,9	40,3	1,3
Ausgelassenes Schweinefett	—	100	—	—	—
Zucker	Spur	—	96	2,1	0,72
Plasmon	**70,0**	**1,32**	nicht bestimmt	**13,7**	**7,43**

Tabelle III.

Nahrungsmittel der Vor- und Nachperiode.

	Menge	Feste Nahrung	Wasser	Eiweifs	Stickstoff	Fett	Kohlehydrate	Calorien
Ochsenfleisch	300	83	21,7	63,81	10,21	5,4	—	324,5
Brot . . .	350	209	142	24,04	3,81	2,1	178,2	848,3
Fett . . .	92,5	92,5	—	—	—	92,5	—	860,2
Zucker . .	50	48	1	—	—	—	48	196,8
Summa	792,5	432,5	360	87,85	14,02	100	226,2	2229,8

Tabelle IV.

Nahrungsmittel der Haupt- (Plasmon-) Periode.

	Menge	Feste Nahrung	Wasser	Eiweifs	Stickstoff	Fett	Kohlehydrate	Calorien
Brot . .	350	209	142	24,04	3,8	2,1	178,2	848,3
Fett . .	97	97	—	—	—	97	—	902,1
Zucker .	50	48	1	—	—	—	48	196,8
Plasmon .	**90,1**	**77,8**	**12,3**	**63,81**	**10,21**	**1,18**	—	**272,5**
Summa	587,1	421,8	155,3	87,85	14,01	100,2	226,2	2219,7

1) Das Fleisch wurde in gröfserer Menge für den ganzen Versuch bezogen, mittels der Hackmaschine zerkleinert und je 300 g in Glasstöpselgläsern sterilisiert. Mit etwas Salz versetzt, gibt dasselbe ein haltbares, brauchbares und einwandfreies Präparat ab.

In der Tagesperiode, welche von 7 Uhr morgens bis zum nächsten Morgen 7 Uhr währte, wurde der Kot und Harn gesammelt und der Stickstoff nach Kjeldahl bestimmt. Von einer besonderen Abtrennung des Kotes konnte Abstand genommen werden, da bei täglich einmaliger Defäcation der Tageskot von mir sehr gleichmäfsig abgegeben wird.

Die Wasserzufuhr betrug ca. 1500 bis 2000 ccm. Kaffee, Thee und Alkohol wurden nicht genossen.

Die Beschäftigung war die gewöhnliche Laboratoriumsarbeit, stärkere physische Anstrengungen wurden vermieden.

Die Ein- und Ausfuhr der Nahrungsstoffe nebst der Stickstoffbilanz ist aus Tabelle V ersichtlich.

(Siehe Tabelle V auf S. 6.)

Überblicken wir den ganzen Versuch, so dürfen wir zunächst konstatieren, dafs in der Vor- und Nachperiode das Gleichgewicht erhalten ist.

Es steht in der Vorperiode eine Einnahme von 14,02 N einer Ausgabe von 14,15 und in der Nachperiode eine Einnahme von 14,02 N einer Ausgabe von 14,23 gegenüber. Diese geringe Minusbilanz fällt aber nicht ins Gewicht, da ja bekanntlich ein absolutes N-Gleichgewicht kaum einmal oder wenigstens nur sehr selten zu erzielen ist.

Etwas weniger günstig sieht es in der Plasmonperiode aus. Hier steht im 8 tägigen Versuch eine Einnahme von 14,02 N einer Ausgabe von 16,63 gegenüber, also es besteht eine Minusbilanz von — 2,61.

Es liegt nahe, diese Minusbilanz auf eine schlechte Ausnützbarkeit des Plasmons im Darm zu schieben, aber wie die Tabelle lehrt, ist dies nicht der Fall.

Tabelle V. **Stickstoff-Stoffwechselversuche mit Plasmon.**

	Versuchstag	Einnahmen: Wasserfreie fest. Nahrung	Einnahmen: Flüssigkeit pro die	Einnahmen: Eiweifs in der plasmonfreien Nahrung	Einnahmen: Eiweifs im Plasmon	Einnahmen: Fett	Einnahmen: Kohlehydrat.	Einnahmen: Gesamt-einfuhr an N	Kalorien	Körpergewicht	Ausgaben: Kot, feucht	Ausgaben: Kot, lufttrocken	Ausgaben: Harnmenge in ccm	Ausgaben: Harn-N	Ausgaben: Kot-N	Ausgaben: Gesamt-Ausfuhr an N	N-Bilanz pro die	N-Bilanz in % ausgedrückt	N-Verlust in der N-Zufuhr im Mittel in %	Ausnutzung des N im Mittel in %
Vorperiode	1	432,5	2170	87,84	—	100	226	**14,02**	2229	72,4	130	30,5	1640	12,31	2,01	**14,32**	—0,30	102,1	**14,70**	**85,3**
	2	432,5	1900	87,84	—	100	226	**14,02**	2229	71,9	185	36,2	1560	12,01	2,16	**14,17**	—0,15	101,0		
	3	432,5	1850	87,84	—	100	226	**14,02**	2229	72,0	125	31,0	1450	12,17	2,04	**14,21**	—0,19	101,8		
	4	432,5	1850	87,84	—	100	226	**14,02**	2229	71,6	165	34,5	1760	11,87	2,27	**14,14**	—0,12	100,8		
Mittelzahlen		—	—	—	—	—	—	**14,02**	—	—	—	33,5	—	**12,09**	**2,06**	**14,15**	**—0,19**	**101,3**		
Haupt-(Plasmon-)Periode	5	421,8	2100	24,04	63,8	100	226	**14,02**	2219	70,9	125	38,0	1700	**14,55**	2,16	**16,71**	—2,96	121,1	**15,28**	**84,72**
	6	421,8	1800	24,04	63,8	100	226	**14,02**	2219	71,0	140	39,0	1680	**14,95**	2,22	**17,17**	—3,15	122,4		
	7	421,8	1750	24,04	63,8	100	226	**14,02**	2219	71,4	170	34,5	1790	**14,49**	1,96	**16,45**	—2,43	117,3		
	8	421,8	2300	24,04	63,8	100	226	**14,02**	2219	71,2	165	37,5	1560	**14,45**	2,13	**16,58**	—2,56	118,2		
	9	421,8	1850	24,04	63,8	100	226	**14,02**	2219	71,1	180	43	1540	**13,96**	2,45	**16,41**	—2,39	117,0		
	10	421,8	2000	24,04	63,8	100	226	**14,02**	2219	71,1	210	38	1800	**14,56**	2,16	**16,72**	—2,70	119,2		
	11	421,8	1760	24,04	63,8	100	226	**14,02**	2219	71,1	195	40,5	1760	**14,61**	2,17	**16,78**	—2,76	119,7		
	12	421,8	1910	24,04	63,8	100	226	**14,02**	2219	71,3	190	35,5	1660	**14,37**	2,11	**16,48**	—2,46	117,5		
Mittelzahlen		—	—	—	—	—	—	**14,02**	—	—	—	38,3	—	**14,49**	**2,14**	**16,63**	**—2,61**	**118,6**		
Nach-periode	13	432,5	1900	87,84	—	100	226	**14,02**	2229	71,1	160	35	1460	13,73	2,21	**15,94**	—1,92	113,7	**15,49**	**84,51**
	14	432,5	2500	87,84	—	100	226	**14,02**	2229	70,6	140	36,5	1860	11,62	2,40	**14,02**	±	100,0		
	15	432,5	1500	87,84	—	100	226	**14,02**	2229	70,4	180	33	1440	12,06	2,17	**14,23**	—0,21	101,4		
	16	432,5	1700	87,84	—	100	226	**14,02**	2229	70,1	185	33,5	1730	12,40	2,21	**14,61**	—0,59	104,2		
	17	432,5	2300	87,84	—	100	226	**14,02**	2229	71,1	170	34	1660	11,84	2,24	**14,08**	—0,06	100,5		
Mittelzahlen		—	—	—	—	—	—	**14,02**	—	—	—	34,4	—	**12,25**	**2,17**	**14,23**	**—0,21**	**101,4**		

B. Die Ausscheidung des Stickstoffs im Kot im eigenen Versuch und in den Versuchen anderer.

In der Vorperiode wurden im Mittel 2,06 g N ausgeführt; in der Nachperiode 2.17 g und in der Plasmonperiode 2,14 g. Die Ausfuhr des Kotstickstoffes ist also gegenüber der Vor- und Nachperiode in keiner Weise erhöht, d. h.:

Das Plasmon wurde genau so gut resorbiert wie das Fleisch, oder mit anderen Worten: die Ausnutzung des Plasmons ist dieselbe wie die Ausnutzung des Fleisches.[1])

Vergleichen wir damit die Resultate der Stickstoffausscheidung im Kot anderer Untersucher, die ich in nachstehender Tab. VI (S. 8) einheitlich berechnet und zusammengestellt habe, so läfst sich ersehen, dafs auch da im allgemeinen eine recht günstige Resorption des Plasmons beobachtet wurde. In Versuch 1, 2, 7, 9, 16, 17, 20, 21 war sie dem Fleisch resp. der gemischten Nahrung gleich; in 3, 4, 5, 8 war sie besser als beim Fleisch; in 6, 10, 11 war sie geringer als beim Fleisch. In Versuch 12, 13, 14, 15, 18, 19 kann leider nicht angegeben werden, ob die Ausnutzung des Plasmons besser oder schlechter war, da uns die Vergleichzahlen aus einer Fleisch- oder gemischten Nahrungsperiode fehlen.

(Siehe Tabelle VI auf S. 8.)

Es ist möglich und ja auch anzunehmen, dafs die Resultate hier ebenso günstige waren wie bei den anderen Versuchen, aber sicher wissen wir das nicht, denn die bei Ausnutzungsversuchen gewonnenen Prozentzahlen der Ausnutzung sind immer

1) Wenn ich die noch immer übliche Bezeichnung »Ausnutzung« beibehalte und im Laufe der Arbeit von schlechter und guter Ausnutzung spreche, so bin ich mir sehr wohl besonders der Prausnitzschen Arbeiten bewufst, welche klar beweisen, dafs es viel richtiger ist, von mehr oder weniger Kot bildenden, als von schlecht oder gut ausnutzbaren Nahrungsmitteln zu reden. Da aber bei den folgenden Versuchen der Einflufs des Milch- und Fleischeiweifses auf die vermehrte oder verminderte Darmsaftbildung, die ja mit der gröfseren oder geringeren N-Ausfuhr in Zusammenhang steht, nicht ohne weiteres entschieden werden kann, so habe ich vorläufig die alte Bezeichnung noch beibehalten.

Tabelle VI.

Autor	Versuche	Versuchsperson	Dauer d. Hauptperiode	Stickstoffeinnahme			Stickstoffabg. im Kot			Ausnutzung in %			Bemerkungen
				Vorperiode	Nachperiode	Hauptperiode	Vorperiode	Nachperiode	Hauptperiode	Vorperiode	Nachperiode	Hauptperiode	
Bloch	1	Mädchen	6 Tage	15,73	15,59	**15,59**	1,34	0,95	1,01	91,46	93,94	**93,49**	Stoffwechselversuche.
»	2	Starker Mann	6 »	21,59	21,66	**21,75**	2,64	1,53	2,01	87,77	92,91	**90,77**	
»	3	Mädchen	4 »	16,21	16,23	**16,09**	1,18	1,41	0,74	92,7	91,32	**95,42**	
»	4	Patientin	6 »	15,54	15,79	**15,63**	1,59	1,75	0,34	89,71	88,9	**97,85**	
»	5	Dieselbe	7 »	15,79	15,54	**22,39**	1,75	1,59	1,34	88,9	89,71	**94,01**	
Caspari	6	Hündin	12 »	24,87	22,51	**24,87**	1,64	1,63	1,76	93,41	93,45	**92,18**	
»	7	Mann	3 »	21,29	21,24	**21,29**	2,26	0,91	1,10	89,38	95,73	**94,82**	
Albu	8	Mädchen	4 »	64,8	64,8	**48,6**	4,18	3,06	2,31	93,55	93,71	**96,4**	
»	9	Patientin	4 »	64,8	64,8	**48,6**	5,4	4,72	6,59	91,79	92,95	**91,28**	
»	10	Patientin a	4 »	64,8	48,6	**64,8**	3,14	2,96	7,5	95,27	95,08	**88,45**	An die Nachperiode schlofs sich noch je eine Plasmonperiode bei a) 1,88 N = 96,3% Ausnutzung b) 2,4 N = 92,89 % Ausnutzung.
»	11	Patientin b	4 »	44,72	38,54	**44,72**	4,12	1,6	5,2	90,79	95,36	**88,4**	
Hofmann	12	Mann	2 »	—	—	**15,2**	—	—	0,95	—	—	**94,0**	Zahlen für Vor- u. Nachperiode konnten nicht ermittelt werden. (Ausnutzungsversuch.)
Prausnitz	13	Student	3 »	—	—	**22,12**	—	—	4,29	—	—	**93,54**	Ausnutzungsversuche.
»	14	Student	3 »	—	—	**21,46**	—	—	4,20	—	—	**93,48**	
»	15	Diener	3 »	—	—	**21,88**	—	—	3,95	—	—	**93,98**	
»	16	Mann	4 »	18,18	18,27	**19,41**	1,44	1,41	1,39	92,38	92,27	**92,82**	Stoffwechselversuche.
»	17	Mann	4 »	21,12	20,52	**21,64**	2,16	1,26	1,49	91,81	93,85	**91,93**	
Wintgen	18	Diener	2 »	—	—	**38,01**	—	—	2,67	—	—	**92,07**	Ausnutzungsversuche.
»	19	Diener	2 »	—	—	**38,01**	—	—	2,38	—	—	**93,74**	
Müller	20	Hund	21 »	97,66	147,32	**185,35**	5,51	8,48	14,35	94,4	—	**92,3**	Die Zahlen der N-Einfuhr und N-Ausfuhr bezeichnen die Summe aller Versuchstage.
Neumann	21	Selbstversuch	8 »	14,02	14,02	**14,02**	2,06	2,17	2,14	85,8	84,51	**84,72**	

abhängig von der resorptiven Thätigkeit des Organismus des jeweiligen Versuchsobjektes. Ein Individuum resorbiert besser, ein anderes schlechter, daher können die an einer Versuchsperson erzielten Werte nicht ohne weiteres als Norm für die Ausnutzung eines Präparates für andre Personen oder für die Allgemeinheit aufgefafst werden. Es sind also diese Werte nur relative Zahlen, die erst dann zu absoluten werden, wenn an dem betreffenden Individuum gleichzeitig auch die Ausnutzung von Fleisch oder gemischter Nahrung verglichen werden konnte.

Würden z. B. bei Versuch 21 die Zahl 84,72% und bei Versuch 9 die Zahl 91,28% für sich allein betrachtet, so würde man grofse Abweichungen voneinander beobachten, und man würde ein durchaus falsches Bild von der Resorbierbarkeit des Plasmons erhalten, während die Zahlen im Vergleiche mit der Ausnutzung der gemischten Kost in der Vor- und Nachperiode beweisen, dafs die Resorption des Plasmons eine durchaus günstige und der anderen Kost gleiche war.

Es kommt also nicht darauf an, ob ein Organismus im allgemeinen etwas besser oder schlechter seine Resorptionsthätigkeit ausübt, sondern darauf, ob er das fragliche Nährmittel ebensogut ausnutzt wie Fleisch, welches mit dem Nährmittel verglichen werden soll.

Ich habe deshalb mich veranlafst gesehen, die Thatsache besonders zu erwähnen, weil es mir scheint, als ob bei Besprechung der Ausnutzbarkeit der neueren Eiweifspräparate, diese Gesichtspunkte zum Teil nicht berücksichtigt wurden und dadurch direkt falsche Angaben unterliefen.

Die Güte dieses Milcheiweifs-Präparates tritt in Bezug auf seine Ausnutzung noch viel deutlicher in den Vordergrund, wenn man die Resultate in Vergleich setzt mit Präparaten aus Fleischeiweifs resp. Fleisch- und Pflanzeneiweifs. Das bekannteste davon ist Tropon, das reinste Fleischeiweifs ist Soson.

Aus einer kleinen Tabelle von Prausnitz[1]), welche ich hier mit Berechnung der Ausnutzung im Auszug wiedergebe,

Tabelle VII.

Präparat	Aus-nutzung in %	Gesamt-N-Einfuhr	Ausgeschiedener N in % im Kot	Autor
Aleuronat	**90,73**	48,64	9,27	Gruber und Kornauth[2]).
»	**91,64**	55,32 (in 3 Tagen)	8,36	
Plasmon	**93,54**	22,12	6,46	Prausnitz.
»	**93,48**	21,46	6,52	
»	**93,67**	21,88	6,33	
»	**92,82**	19,41	7,18	
»	**91,82**	21,64	8,07	
Nutrose	**86,26**	12,44	13,74	Neumann[3]).
Somatose	**65,10**	11,49	34,90	Neumann[3]).
Tropon	**83,37**	12,85	16,63	Neumann[4]).
»	**90,23**	18,1	9,77	Schmilinsky und Klein[5])
»	**90,82**	22,33	9,18	
»	**85,28**	13,0	14,72	
»	**89,0**	14,79	11,0	Fröhner und Hoppe[6]).
»	**54,0**	14,79	46,0	
»	**75,6**	14,79	24,4	
»	**91,62**	14,79	8,38	
»	**83,57**	14,79	16,43	
»	**77,36**	14,79	22,64	
»	**90,23**	85,9 (in 3½ Tagen)	9,77	Frentzel[7]).
»	**70,26**	19,96	29,74	Kaup[8]).
»	**88,84**	20,61	11,16	
»	**90,54**	17,75	9,46	
»	**82,87**	20,37	17,13	
»	**73,6**	17,51	26,4	

1) W. Prausnitz, Über ein neues Eiweißpräparat (Siebolds Milcheiweiß). Münchner med. Wochenschr., 1899, Nr. 26.

2) Gruber u. Kornauth, Österr. landwirtschaftl. Centralbl., Jahrg. 1.

3) R. O. Neumann, Stoffwechselversuche mit Somatose und Nutrose. Münchner med. Wochenschr., 1898, Nr. 3 u. 4.

4) Bereits citiert.

5) Schmilinsky u. Klein, Über Tropon als Krankenkost. Münchner med. Wochenschr., 1898, Nr. 31.

6) Fröhner u. Hoppe, Münchner med. Wochenschr., 1899, S. 48.

7) Frentzel, Berliner klinische Wochenschr., 1898, S. 1103.

8) Kaup, Wiener klinische Wochenschr., 1899, S. 511.

und aus den Zahlen in der vorigen Tabelle (Stickstoffabgabe im Kot in der Plasmonperiode) geht hervor, dafs im Troponkot sich mit wenig Ausnahmen mehr Stickstoff findet als im Plasmonkot. Zieht man das Mittel aus den angeführten Plasmonversuchen, so ergibt sich eine Ausnützung von 91,7 %, gegenüber dem Mittel aus den Troponversuchen mit 82,3 %.

Wenn nun auch, wie schon oben erwähnt, die hier angegebenen prozentuarischen Werte nicht absolut fehlerfrei sind und keine ganz richtigen Vergleiche zulassen, so tritt doch die Überlegenheit des Plasmons in Bezug auf Ausnutzbarkeit dem Tropon gegenüber deutlich hervor. Dieser Unterschied wird noch sicherer bewiesen in den Versuchen von Müller, die dieser mit Plasmon und Tropon an ein und demselben Versuchsindividuum, einer Hündin, anstellt. Er betont mit Recht, dafs bei solchem Vergleichsmodus das Gesamtresultat durch unkontrollierbare Nebeneinflüsse weniger getrübt werde und von dieser Art Vergleichsuntersuchung das Meiste zu erwarten sei. Seine gefundenen Werte schliefsen sich eng an die eben genannten an und betragen für die Ausnutzung des Tropons 82,7 %, für die Ausnutzung des Plasmons 92.3 %.

Hieran dürften auch die Resultate von Plaut[1]) und Straufs[2]), welche beim Tropon eine noch bessere Ausnützung als beim Fleisch fanden, nichts ändern.

Das, was Müller bei Plasmon und Tropon auf dem Vergleichswege bei seiner Hündin fand, kann ich voll bestätigen aus den Vergleichsversuchen, die ich mit beiden Präparaten an mir selbst ausgeführt habe.[3])

Ich kann aber noch einen Schritt weiter gehen und aufs deutlichste zeigen, dafs auch beim Soson, einem aus reinem Fleisch hergestellten Eiweifspräparat, im Vergleich zum Plasmon

---

1) Plaut, Über die Verwendung von Eiweifspräparaten am Krankenbett, mit besonderer Berücksichtigung des Tropons. Zeitschr. f. diätetische u. physikal. Therapie, 1. Bd., 1. Heft, S. 62.

2) H. Straufs, Über die Verwendung eines neuen Eiweifskörpers »Tropon« für die Krankenernährung. Therapeutische Monatshefte, Mai 1898.

3) Schon citiert.

dieselben Verhältnisse in Bezug auf Stickstoff im Kot bestehen wie beim Tropon.

Beide Versuche wurden ohne Zwischenpause an einander angeschlossen, und genau unter gleichen Verhältnissen ausgeführt. Bei gleicher Einfuhr von 14,02 g Stickstoff war die Ausscheidung im Kot in der Vor- und Nachperiode folgende:

Tabelle VIII.

Plasmon (Milcheiweifs)		Soson (Fleischeiweifs)	
4 tägige Vorperiode:	2,06	5 tägige Vorperiode:	2,17
8 tägige Hauptperiode:	2,14	9 tägige Hauptperiode:	3,14
5 tägige Nachperiode:	2,17	4 tägige Nachperiode:	2,26

Wenn also die Resorption des Milcheiweifspräparates Plasmon, wie wir aus der Vor- und Nachperiode ersehen, eine dem Fleisch gleiche ist, so finden wir im Gegensatz hierzu die Resorption bei dem Fleischeiweifspräparat Soson um ca. 7% geringer.

Das ist ein ganz analoges Verhalten, wie das des Plasmons zu Tropon, bei dem ja auch, wie oben gezeigt wurde, die Resorption ca. 9% geringer gefunden wurde.

Zieht man aufserdem zum Vergleich ein anderes Milcheiweifspräparat, die Nutrose, heran, bei welcher ebenfalls die Resorption, wie aus den Arbeiten von Bornstein[1]) Stüve[2]) und mir[3]) hervorgeht, dem Fleisch gleich ist, so dürfen wir als folgerichtig annehmen, dafs im allgemeinen das Eiweifs der bisher bekannten Milcheiweifspräparate besser ausgenutzt wird als das Eiweifs der Fleischeiweifspräparate.

Über Eucasin, der Ammoniakverbindung des Caseïns stehen mir allerdings keine persönlichen Erfahrungen zur Seite.

1) Bornstein, Deutsche Medizinalzeitung, 1896, Nr. 51.

2) Stüve, Berliner klinische Wochenschr., 1896, Nr. 24.

3) Schon citiert.

C. Die Ausscheidung des Stickstoffs im Harn im eigenen Versuch und in den Versuchen anderer.

Wiewohl das Vorausgehende beweist, daſs wir bei manchen Eiweiſspräparaten eine vorzügliche Ausnutzung zu verzeichnen haben, so ist es doch immerhin noch die Frage, ob eine gute Ausnutzung allein genügt, um auch die Vollwertigkeit eines solchen Präparates zu demonstrieren. Die so häufig niedergeschriebene Wendung: Dies oder jenes Präparat ist im stande, das Fleisch vollständig zu ersetzen, verlangt doch sicher, daſs auch andere Voraussetzungen erfüllt sind, als gerade nur die Bestimmung der Ausnutzbarkeit.

Ich glaube beweisen zu können, daſs ein ebenso groſses Gewicht auch auf die Stickstoffausscheidung im Harn gelegt werden muſs.

Wir sahen, daſs sich in der Plasmonhauptperiode eine Minusbilanz von 2,61 N vorfand, welche nicht auf eine Mehrausscheidung im Kot bezogen werden konnte. Es muſste also durch den Harn ein Verlust von Stickstoff stattgefunden haben.

Die Ausscheidung im Harn in der

Vorperiode	ergab	bei	14,02	N-Einfuhr	12,09 N
Nachperiode	»	»	»	»	12,25 N
Hauptperiode	»	»	»	»	**14,49** N

Während Vor- und Nachperiode sich annähernd ganz gleich verhalten, übertrifft die Stickstoffausscheidung die der Vor- und Nachperiode um **2,33** g. Sie ist sogar um 0,12 g gröſser als die Einfuhr.

Mithin setzte der Organismus bei Plasmonverabreichung von seinem Eiweiſsbestande zu, wiewohl die Ausnutzung eine vorzügliche war.

Diese auffallende Beobachtung ist nicht bei allen Plasmonuntersuchungen zu machen, und es könnte scheinen, als ob nur mein Organismus in dieser Weise reagierte. Allein bei der Durch-

sicht der Arbeiten anderer Autoren findet sich diese Erscheinung, zum Teil in noch stärkerem Maſse ausgesprochen, wieder.[1])

Folgende Zusammenstellung mag das Gesagte erläutern:

Tabelle IX.

Plasmonversuche:

Autor	Periode	N-Einnahme	N-Ausgabe im Harn	Autor	Periode	N-Einnahme	N-Ausgabe im Harn
Albu 1.	Vorperiode	64,8	43,6	**Bloch** 1.	Vorperiode	15,73	12,55
	Hauptp.	64,8	**49,03**		Hauptp.	15,59	**13,31**
	Nachp.	48,6	32,09		Nachp.	15,59	12,25
Albu 2.	Vorperiode	64,8	52,07	**Bloch** 2.	Vorperiode	21,59	15,08
	Hauptp.	64,8	**56,01**		Hauptp.	21,75	**17,22**
	Nachp.	48,6	38,54		Nachp.	21,66	15,26
Albu 3.	Vorperiode	44,72	33,3	**Bloch** 3.	Vorperiode	16,21	13,61
	Hauptp.	44,0	**37,09**		Hauptp.	16,09	**15,92**
	Nachp.	33,0	26,0		Nachp.	16,23	13,22
Albu 4.	Vorperiode	64,8	40,7	**Bloch** 4.	Vorperiode	15,54	11,8
	Hauptp.	64,8	**50,05**		Hauptp.	15,63	**11,19**
	Nachp.	48,6	38,8		Nachp.	—	—

Die Versuchspersonen waren fast bei jedem Versuch andere und doch zeigt die Hauptperiode stets eine Vermehrung des Stickstoffausfuhrs an.

Das konnte kein Zufall sein!

Die Erklärung hierfür sucht Bloch auf verschiedene Weise zu geben; so sei z. B. im 2. Versuch der Ausfall in der Plasmon-

1) Eine Ausnahme bildet der Prausnitzsche Versuch, der an zwei verschiedenen Personen angestellt wurde.

Hier betrug bei A:

Die Einnahme:	Vorperiode:	18,88	die Ausgaben:	im Kot	1,44	im Harn	17,97
	Hauptperiode:	19,41			1,39		17,33
	Nachperiode:	18,27			1,41		17,12,

bei B:

die Einnahmen:	Vorperiode:	21,12	die Ausgaben:	im Kot	2,16	im Harn	19,17
	Hauptperiode:	21,64			1,49		19,71
	Nachperiode:	20,52			1,26		19,77.

Im Harn wurde also in der Hauptperiode nicht mehr N ausgeschieden als in der Vor- und Nachperiode. Ich bin vorläufig nicht in der Lage eine Erklärung dafür zu geben, warum bei diesen Versuchspersonen die sonst so ausgesprochene Erscheinung nicht zu beobachten war.

periode darauf zu beziehen, dafs infolge eines in der Vorperiode erzielten Eiweifsansatzes in der Hauptperiode mehr Eiweifs zerstört wurde. Wenn das richtig wäre, dann müfste man sich aber sehr wundern, warum nicht auch in der Nachperiode ein weiterer Stickstoffmehrumsatz stattgefunden hat, und gerade am Ende des 6. Tages, bei Beginn der Nachperiode, ein Ansatz zu verzeichnen ist, da doch dieselbe Menge N eingeführt wurde.

Bloch gibt selbst an, dafs aus den Versuchen 1 und 2 noch nicht mit absoluter Sicherheit hervorgeht, »ob das Plasmon trotz seiner vorzüglichen Ausnutzung und Verwendung im Stickstoffwechsel das Eiweifs der Nahrung vollständig ersetzen kann.«

Er fährt deshalb mit seinen Versuchen fort, gibt fast alles Eiweifs in die Hauptperiode in Form von Plasmon und findet in Versuch 3 wieder eine Mehrausscheidung im Harn.

Diesmal geht seine Erklärung dahin, dafs möglicherweise das Fieber der Patientin oder auch die Verringerung der Calorien um 700 den Verlust bewirkt hat.

Hier möchte ich nun freilich bemerken, dafs die Versuche an kranken Personen mir wenig geeignet erscheinen, um fragliche Punkte bei Stoffwechselversuchen aufzuklären. Mindestens müfste man aber durch alle Perioden hindurch die gleichen Calorien einführen.

Überhaupt kann nicht oft genug betont werden, dafs für beweisende Versuche nur gesunde und geeignete Personen oder Tiere benutzt werden sollten!

In einem 4. Versuch, der zunächst gegen meine sonstigen Beobachtungen spricht, wird in der Hauptperiode nicht nur nicht mehr ausgeschieden, sondern sogar noch etwas Stickstoff im Körper zurückgehalten. Es ist dies aber auch erklärlich, da die Patientin in der Hauptperiode nur ca. 600 ccm Urin abgab, während sie in der Vorperiode ca. 1700 ccm pro die ausschied. Bei einer so plötzlichen Reduktion der Harnmenge auf beinahe ein Drittel des Volumens wird aber, wie ich[1]) gezeigt habe, so viel N im Körper zurückbehalten, dafs die Ausfuhr in der Haupt-

1) R. O. Neumann, Der Einflufs gröfserer Wassermengen auf die Stickstoffausscheidung beim Menschen. Archiv f. Hygiene, Bd. 36, S. 248 ff.

periode nicht 11,19 sondern nur ca. 6—8 gr N betragen mufste. Da sie faktisch aber 11 gr beträgt, so ist nur der Schlufs möglich, dafs Patientin bei normaler Harnausscheidung auch in der Hauptperiode wieder viel mehr N ausgeschieden hätte als in der Vorperiode.

Die Nachperiode mufste ausgelassen werden, weil die Versuchsperson an Erbrechen und Durchfällen litt. Wir sehen, dafs alle mehr oder minder glücklichen Erklärungen dieser mit vielem Fleifs und Ausdauer durchgeführten Stoffwechselversuchsresultate, die Thatsache der N-Vermehrung in der Hauptperiode nicht aus der Welt schaffen können.

Sollten die bei den Bloch'schen und Albu'schen Versuchen gemachten Beobachtungen noch nicht als genügend stichhaltig anerkannt werden können, dafs das **Plasmon selbst** in erster Linie, nicht die Versuchsunregelmäfsigkeiten, an der Erhöhung des Harnstickstoffs beteiligt ist, so dürften die folgenden beiden Vergleichsversuche von Müller mit Tropon und Plasmon und von mir mit Soson und Plasmon überzeugendes Beweismaterial erbringen.

Tabelle X.

Müllerscher Versuch.

Tropon.					**Plasmon.**				
Versuchsdauer	Perioden	Einnahme	Ausgabe im Harn	**Ausgabe im Kot**	Versuchsdauer	Perioden	Einnahme	**Ausgabe im Harn**	Ausgabe im Kot
7 Tg.	Vorper.	7,26	6,41	0,5	6 Tg.	Vorper.	8,88	7,88	0,92
38 »	Hauptp.	7,7	6,7	**1,32**	21 »	Hauptp.	8,92	**8,88**	0,53
6 »	Nachp.	7,25	6,6	0,47	8 »	Nachp.	9,2	8,48	0,68

Müller gab seinem Versuchstier in der Vor- und Hauptperiode 8,88 resp. 8,92 g Stickstoff, in der Nachperiode 9,2. Das Tier schied in der Vorperiode 7,88 g, dagegen in der Hauptperiode **8,88**, also ca. 9 % mehr Stickstoff aus. Die Ausfuhr in der Nachperiode mufste etwas erhöht sein, da ja mehr N eingeführt wurde, doch erreicht sie trotzdem nicht die N-Menge in der Plasmonperiode.

Der Müllersche Versuch ist deshalb sehr wertvoll, weil er 21 Tage hindurch ausgedehnt wurde, wodurch bekanntlich etwaige

Unregelmäſsigkeiten im Stoffwechsel, die bei jedem Organismus vorkommen, sehr vorteilhaft ausgeglichen werden. Die Resultate sind hier auch ohne weiteres klar.

Wir finden beim Plasmon in der Hauptperiode:

Erhöhte Stickstoffausfuhr im Harn, nicht erhöht im Kot.

Dagegen beim Tropon: in der Hauptperiode:

Erhöhte Stickstoffausfuhr im Kot, nicht erhöht im Harn, d. h. die Resorption beim Plasmon war gut, die Assimilation genügte nicht.

Die Resorption beim Tropon war vermindert, die Assimilation gut.

Dieselben Verhältnisse finden sich nun bei meinen vergleichenden Versuchen mit Soson und Plasmon wieder.

(Siehe Tabelle XI auf S. 18.)

Die N-Ausfuhr gestaltete sich beim Plasmon (Milcheiweiſs):

a) im Harn:	in der Vorperiode	12,09	b) im Kot: 2,06
	» » Hauptperiode	**14,37**	2,14
	» » Nachperiode	12,25	2,17.

Also erhöhte Stickstoffausfuhr im Harn, nicht erhöht im Kot.

Im Gegensatz dazu fand sich beim Soson (Fleischeiweiſs):

a) im Harn:	in der Vorperiode	12,25	b) im Kot: 2,17
	» » Hauptperiode	12,29	**3,14**
	» » Nachperiode	12,30	2,26

Also erhöhte Stickstoffausfuhr im Kot, nicht erhöht im Harn.

Auch hier war:

beim Plasmon die Resorption gut, die Assimilation ungenügend,

beim Soson die Resorption vermindert, die Assimilation gut.

Da bei diesen Versuchen die Einnahmen absolut dieselben waren, die Versuche in keiner Weise eine Unterbrechung erlitten und der Organismus gleichmäſsig funktionierte, so scheinen mir Fehler ausgeschlossen und die gewonnenen Resultate beweisend.

Tabelle XI.

Soson.

Periode	Tag	Einfuhr	Ausfuhr im Harn	Ausfuhr im Kot
Vorperiode	1	14,02	11,62	2,4
	2	14,02	12,06	2,17
	3	14,02	12,04	2,2
	4	14,02	11,84	2,24
	5	14,02	12,3	2,15
Mittel		14,02	12,25	2,17
Hauptperiode	1	14,02	12,42	3,27
	2	14,02	12,80	3,43
	3	14,02	12,90	2,96
	4	14,02	12,4	2,88
	5	14,02	11,8	3,00
	6	14,02	11,98	3,15
	7	14,02	12,26	3,27
	8	14,02	11,76	3,35
	9	14,02	12,19	2,95
Mittel		14,02	12,29	3,14
Nachperiode	1	14,02	11,93	2,87
	2	14,02	12,6	2,21
	3	14,02	12,44	2,24
	4	14,02	12,3	2,23
Mittel		14,02	12,3	2,26

Plasmon.

Periode	Tag	Einfuhr	Ausfuhr im Harn	Ausfuhr im Kot
Vorperiode	1	14,02	12,31	2,01
	2	14,02	12,01	2,16
	3	14,02	12,17	2,04
	4	14,02	11,87	2,27
Mittel		14,02	12,09	2,06
Hauptperiode	1	14,02	14,55	2,16
	2	14,02	14,95	2,22
	3	14,02	14,49	1,96
	4	14,02	14,45	2,13
	5	14,02	13,95	2,45
	6	14,02	14,56	2,16
	7	14,02	14,61	2,17
	8	14,02	14,37	2,11
Mittel		14,02	14,49	2,14
Nachperiode	1	14,02	13,73	2,21
	2	14,02	11,62	2,40
	3	14,02	12,06	2,17
	4	14,02	12,40	2,21
	5	14,02	11,84	2,24
Mittel		14,02	12,25	2,17

D. Schlufs.

Es bleibt nun noch übrig, für diese auffallende Thatsache eine Erklärung zu finden: Da sich jedoch irgendwelche vorgebrachten Gründe nicht ohne weiteres beweisen lassen, so werden wir vorläufig nicht über blofse Vermutungen hinauskommen.

Zur Klarstellung der einschlägigen Verhältnisse wird man sich am besten die Eiweifskörper nach ihrer Verwertung im Organismus in Gruppen einteilen müssen.

1. Es gibt solche, welche im Magendarmkanal vollständig aufgesaugt, resorbiert[1]) werden. Die resorbierten

1) Hier soll unter der Resorption eine theoretische höchst mögliche verstanden sein, also abgesehen werden von dem bei jedem Nahrungsmittel unresorbierbarem Anteil.

Bestandteile werden vollständig assimiliert, d. h. sie werden vom Organismus wie Körpereiweifs verbraucht und erscheinen im Harn als Harnstoff wieder.

Die Ausnutzung und Verwendung dieser Eiweifskörper ist gleich genügend. Der Körper bleibt auf seinem Stickstoffgleichgewicht.

2. Solche, welche schlecht resorbiert werden, d. h. ein Teil der eingeführten Eiweifskörper geht unzersetzt mit dem Kot ab. Die resorbierten Bestandteile werden aber vollständig assimiliert.

   Die Ausnutzung ist demnach eine schlechte. Trotz der genügenden Assimilation mufs der Organismus von seinem Eiweifsbestande zusetzen.

   Er bleibt nicht im Stickstoffgleichgewicht.

3. Solche, welche vollständig aufgesaugt werden, bei denen aber die resorbierten Bestandteile sich nur zum Teil zum Verbrauch an Stelle des Körpereiweifses eignen, während das Übrige unbenutzt im Harn wieder zur Ausscheidung gelangt.

   Die Ausnutzung ist genügend, die Assimilation schlecht.

   Der Körper mufs von seinem Eiweifsbestand abgeben, es kann das Stickstoffgleichgewicht nicht erhalten bleiben.

4. Solche, bei denen die Resorption und Assimilation eine ungenügende ist.

   Der Körper kann natürlich nicht im Stickstoffgleichgewicht bleiben.

5. Endlich könnte es wohl auch solche Eiweifskörper geben, die genügend gut resorbiert und genügend assimiliert werden. Die resorbierten Bestandteile könnten nebenbei aber noch einen Reiz auf die Körperzellen ausüben, so dafs ein weiterer Eiweifszerfall veranlafst würde.

   Man würde dann trotz einer guten Ausnutzung eine Mehrausscheidung von Stickstoff im Harn beobachten.

Das Stickstoffgleichgewicht könnte nicht erhalten bleiben.

Wenden wir diese Überlegungen auf einen vorliegenden Eiweifskörper an, so werden wir die Präparate am Fleischeiweifs, im speziellen Tropon und Soson in die 2. Gruppe nehmen müssen, also zu denen, welche in ungenügender Weise resorbiert, aber genügend assimiliert werden.

Die Präparate aus Milcheiweifs dagegen, im speziellen das Plasmon, zu Gruppe 3 oder zu Gruppe 5.

Es könnten sich im Caseïn resp. in den daraus dargestellten Milcheiweifspräparaten vielleicht Körper stickstoffhaltiger Natur finden, die entweder an Stelle von Körpereiweifs nicht verwendet werden können, also unbenutzt[1]) wieder ausgeschieden werden, oder es könnte auch das Caseïn im stande sein, die Körperzellen zu gesteigertem Eiweifszerfall zu reizen.

Welche von diesen beiden Hypothesen die richtige sein wird, oder ob es sich ganz anders verhält, vermag ich nicht zu entscheiden.

Die nächstliegende Erklärung scheint mir immer noch die, dafs eben nur der gröfste Teil des Caseïns, wie z. B. Fleischeiweifs, im Organismus verwertet wird, während der andere Teil, irgend eine stickstoffhaltige Gruppe, die wohl resorbiert wurde, aber nicht wie »eigentliches« Eiweifs verwertet werden konnte, unbenutzt wieder ausgeschieden wird.

Um diese Frage zur Entscheidung zu bringen, dürften Milchcaseïn-Ausnützungsversuche am Platze sein, die ich an mir anzustellen beabsichtige.

Von sehr geschätzter Seite wurde auch darauf aufmerksam gemacht, dafs es sich möglicherweise um Fehler handeln könne, die auf der Eiweifsbestimmungsmethode nach Kjeldahl beruhen. Hier müfste die Dumas'sche N-Bestimmungsmethode zum Vergleich herangezogen werden. Die hierauf gerichteten Analysen sind bereits von mir in Angriff genommen, aber noch nicht zum Abschlufs gebracht worden. Ich behalte mir vor, später darauf zurückzukommen.

1) wenn auch natürlich verändert.

„Wie dem auch sei, die eine Thatsache bleibt bestehen, dafs nämlich sowohl die Eiweifspräparate aus Fleisch, als auch diejenigen aus Milch oder Vegetabilien dem Fleisch nichts voraus haben, weder die Resorption noch die Assimilation, noch die Billigkeit noch die Schmackhaftigkeit; im Gegenteil, meist stehen sie in der einen oder andern Richtung dem Fleisch nach und ich sehe mich genötigt, meine frühere Auffassung, die auch dahin ging, dafs manches Präparat das Fleisch ersetzen könne, in dem Sinne zu ändern, dafs dies nur zum Teil möglich ist.

Ich kann auch nicht der Ansicht mich anschliefsen, die besonders von den Produzenten und Begutachtern solcher Eiweifspräparate ausgesprochen wird, dafs die Präparate zu einem Volksnährungsmittel werden würden. Ein Pulver ohne Geschmack, dessen Zubereitungsweise seine sehr engen Grenzen hat, kann nie das schmackhafte Fleisch ersetzen. Und so lange beim Publikum die Speisen nach der Schmackhaftigkeit und nicht nach dem Eiweifsgehalt und dem Nährwert beurteilt und gekauft werden, so lange wird sich das auch nicht ändern.

Ich schliefse mich in diesen Ausführungen ganz der Meinung meines hochverehrten früheren Chefs, Prof. K. B. Lehmann an, der schon 1893 gelegentlich seines Vortrags über Reformen auf dem Gebiete der Brotbereitung in ähnlichem Sinne sich aussprach, und auch im Kolleg stets diesen Standpunkt vertrat.

Dem gegenüber steht natürlich nichts im Wege, die Eiweifspräparate als eine wirkliche wertvolle Bereicherung der Ernährungstherapie anzusehen und anzuerkennen. Dafs sie eine grofse Errungenschaft bei der Krankenernährung, bei der gröfsere Eiweifsmengen in compendiöser Form gegeben werden müssen, bedeuten, und dafs ihnen unter Umständen für Verproviantierung von Schiffs- und Feldausrüstungen oder bei Sport und Reise eine erhebliche Bedeutung zugemessen ist, ist bereits eine anerkannte Thatsache. Immerhin dürften diese Pulver fortdauernd als eine Art Medikament angesehen werden.

Der geringe Stickstoffverlust im Harn und Kot hat keine praktische Bedeutung. Die Präparate behalten dadurch ihren Wert. Aber eins möchte ich aus den vorliegenden Versuchen abgeleitet wissen, dafs es unbedingt notwendig erscheint, bei derartigen Untersuchungen auf die Ausscheidung des Harnstickstoffs dasselbe Gewicht zu legen, wie auf die Ausscheidung des Kotstickstoffs.

Systematische Untersuchungen über die Angreifbarkeit des Bleies durch das Wasser[1].

Vom

Dozenten Dr. **Stanislav Růžička,**
Assistenten am Institute.

(Aus dem hygienischen Institute des Prof. Dr. G. Kabrhel in Prag.)

Es ist über die Frage der Angreifbarkeit des Bleies durch Wasser — eine Frage, welche für die Praxis, bezüglich der Verwendung der bleiernen Wasserverteilungsröhren von grofser Wichtigkeit ist — schon eine sehr grofse Litteratur angehäuft worden.

Es wurde diese Litteratur schon einige Male von Anderen zusammengestellt, und seit dieser Zeit ist auf diesem Gebiete meines Wissens wenig Bedeutenderes und Neueres erschienen, so dafs ich bezüglich der näheren Angaben auf die erwähnten Abhandlungen verweisen kann[2]. Ich will hier nur ganz kurz resumieren.

---

1) Die Schlufssätze dieser Studien sind bereits auf dem internationalen Kongresse für Hygiene und Demographie 1900 vorgetragen worden.

2) Wolffhügel, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, II, 1887, (Wasserversorgung und Bleivergiftung. Gutachten über die zu Dessau vorgekommenen Vergiftungsfälle. — Über blei- und zinkhaltige Gegenstände).

Pullmann, Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege, 1887. (Zur Frage der Verunreinigung des Wassers durch bleierne Leitungsröhren.)

Man findet in dieser Litteratur bei weitem zum gröfsten Teil blofs Wahrnehmungen über einzelne bestimmte Wässer und auf deren Grundlage gezogene Schlüsse, dafs diese oder jene in dem betreffenden Wasser enthaltene chemische Substanz so oder so die Gröfse des Bleiangriffes beeinflufst. Es ist nun klar, dafs solche Schlüsse nicht sehr verläfslich sind, da ja das betreffende Wasser meistens aufserdem noch eine ganz grofse Reihe anderer Substanzen enthält.

Arbeiten, welche sich mit der Prüfung des Einflusses der einfachen Lösungen einzelner chemischer Substanzen beschäftigt hätten, bilden in dieser Litteratur eine ganz geringe Minorität, und keine einzige Arbeit habe ich gefunden, welche sich das planmäfsige systematische Studium dieser Frage zur Aufgabe gestellt hätte. Und es ist doch klar, dafs eine hinreichende Klärung dieser Frage nur durch solches systematisches Studium erzielt werden kann.

Auf Grund solcher verschiedener Erfahrungen und Experimente — welche jedoch sehr oft an dem ersten Erfordernis einer exakten Versuchsmethode, dem »ceteris paribus« erheblichen Mangel litten — sind verschiedene Anschauungen über den Einflufs einzelner chemischer Substanzen auf die Angreifbarkeit des Bleies durch Wasser entstanden, von welchen einige sich ziemlich allgemeiner Anerkennung erfreuen und aus einem Buche ins andere hinüberwandern.

Es sind dies hauptsächlich die Folgenden: Luft befördert die Angreifbarkeit des Bleies. Ebenso heifst es von der freien Kohlensäure und auch von den organischen Substanzen. Mit steigender Härte des Wassers sinkt das Vermögen desselben, Blei anzugreifen. Hierher gehört auch die Anschauung, dafs Kalksalze den Angriff des Bleies verhindern.

Ferner findet man oft die Meinung, dafs Ammoniumsalze die Zerstörung des Bleies befördern.

Die vorliegende Studie hatte ein systematisches Studium dieser Frage zum Zwecke.

Die Versuchsmethode.

In den Experimenten wurden »Bleirinnen« benutzt, welche durch Aufschneiden einer 2 cm dicken Bleiröhre (Lumen 1,3 cm) der Längenachse nach hergestellt wurden (die Röhre wurde durch den Schnitt der Länge nach halbiert). Die Länge der einzelnen Rinnen betrug 11 ½ cm.

Die chemische Analyse des Bleirohres ergab fast reines Blei, aufserdem wurde nur eine ganz geringe Menge Zinns und kaum nachweisbare Spuren von Eisen gefunden.

Die Versuchsdauer betrug immer — wenn nicht besonders anders angegeben ist — 24 Stunden.

Wo nichts Besonderes angégeben ist, wurde der Versuch auf folgende Art ausgeführt:

Die Bleirinnen wurden mit stark verdünnter Salpetersäure gewaschen, in destilliertem Wasser abgespült, rasch mit einem reinen Abwischlappen abgetrocknet und dann so lange mit einem trockenen Lappen gerieben, bis sie überall blank und glänzend erschienen.

Unterdessen wurde die betreffende Flüssigkeit vorbereitet. Die »entlüfteten« Flüssigkeiten wurden auf folgende Art hergestellt: Die betreffende Lösung wurde in einem Glaskolben bis zum Kochen erwärmt und hierauf in dem mit einem Korke lose verstopften Kolben unter dem Strahle der Wasserleitung bis auf die Temperatur des Wassers schnell abgekühlt. Hierauf wurde die Flüssigkeit vorsichtig, dafs keine Luftblasen entstünden, und die Flüssigkeit überhaupt möglichst wenig Gelegenheit hätte, Luft zu absorbieren, in einen vorher mit destilliertem Wasser sorgfältig ausgewaschenen Glascylinder mit eingeschliffenem Glasstöpsel (Höhe des Cylinders im Lumen 12 cm, Durchmesser 4 cm) bis zum Rande eingefüllt, worauf der Stöpsel so aufgesetzt wurde, dafs keine Luftblasen im Innern geblieben sind, sondern der ganze Cylinder von der Flüssigkeit erfüllt war. Nachdem dann auch die übrigen Cylinder auf dieselbe Art fertiggestellt worden waren, wurde der Stöpsel schnell abgenommen, zwei Bleirinnen (eventuell nur eine; wo, ist am betreffenden Orte angegeben)

eingelegt und der Stöpsel wieder auf die oben beschriebene Weise aufgesetzt. Die Cylinder wurden dann 24 Stunden in einem Kasten im Dunkeln bei gewöhnlicher Temperatur aufbewahrt.

Nach 24 Stunden wurden die Stöpsel abgenommen und die Bleirinnen mit einer reinen, vernickelten Pinzette schnell herausgenommen. In jeden Cylinder wurde dann etwa 1 ccm verdünnter Salpetersäure hinzugesetzt, die Flüssigkeit in einer Porzellanschale am Wasserbade abgedampft und der Abdampfrückstand zu einem bestimmten Volumen mit destilliertem Wasser aufgelöst. Diese Lösung wurde dann zur colorimetrischen Bestimmung des Bleies benutzt.

Es wurde die Salpetersäure als Zusatz aus folgenden Gründen gewählt: Als Meſsflüssigkeit zur colorimetrischen Analyse wurde salpetersaures Blei (0,1 g Blei in 1 l) benutzt, somit war es erwünscht, das nachzuweisende Blei auch in dieser Form zu haben. Allerdings sind nicht alle Verbindungen des Bleies, welche in dem Cylinderinhalte vorkommen könnten, in der Salpetersäure löslich (Sulfate und Chloride nämlich nicht). Der Unterschied aber, welcher durch diesen Umstand zwischen den durch die oben beschriebene Methode gewonnenen Zahlen und den thatsächlich in den betreffenden Flüssigkeiten vorhandenen Bleimengen bewirkt wird, ist — obwohl bei geringeren Konzentrationen der betreffenden Salzlösungen nicht unbedeutend — für unsere Zwecke und unsere Schlüsse keineswegs von entscheidendem Belange, wie einige Kontrollversuche lehren, bei welchen die Menge des in der Flüssigkeit vorhandenen Bleies auſser nach der oben beschriebenen Methode auch noch auf die Art ermittelt wurde, daſs als Zusatz Ammoniumtartarat benutzt wurde, welches bekanntlich die Eigenschaft besitzt, auch das Bleisulfat und Bleichlorid in Lösung zu bringen. (Ammoniumtartarat löst zwar wieder das Bleicarbonat nicht auf, diese Verbindung konnte aber bei den Kontrollversuchen nicht im Spiele sein.)

Zu diesem Zwecke wurde folgende Reihe von Experimenten durchgeführt:

Es wurde $NaCl$- und Na_2SO_4-Lösung benutzt (40 bis $1\,^1/_4$-gradig). Die Untersuchung der Flüssigkeiten auf Blei wurde

folgender Art ausgeführt: Nachdem die Flüssigkeit gut durchgeschüttelt wurde — um den Bodensatz in derselben gleichmäfsig zu verteilen —, wurde sie in zwei gleiche Teile geteilt, wovon der eine mittels der gewöhnlichen »Salpetersäuremethode« untersucht wurde, der andere aber nach Zusatz von 2 ccm gesättigter Ammoniumtartaratlösung unmittelbar colorimetriert wurde.

Das Ergebnis zeigt die nachstehende Tabelle:

Konzentration der Lösung in »Härtegraden«	Untersuchungsmethode	NaCl-Lösung	Na_2SO_4-Lösung
$1\frac{1}{4}°$	Salpetersäure-Methode	3	1
	Ammoniumtartarat-Methode	4,2	1,44
$2\frac{1}{2}°$	Salpetersäure-Methode	3	1
	Ammoniumtartarat-Methode	3,6	1,44
10°	Salpetersäure-Methode	1,9	1
	Ammoniumtartarat-Methode	1,92	1,2
40°	Salpetersäure-Methode	0,6	0,95
	Ammoniumtartarat-Methode	0,6	0,96

Die Konzentration der Salzlösungen ist überall in (deutschen) »Härtegraden« und zwar nicht nur bei den Kalk- und Magnesiumsalzen, sondern auch bei den übrigen, angegeben. Ich habe nämlich zuerst Versuche mit den Kalk- und Magnesiumsalzen gemacht und dann diese Bezeichnungsweise auch auf die anderen Salzlösungen übertragen. Es bezeichnet also z. B.: 5gradige Lösung von Na_2SO_4 soviel, dafs dieselbe so viel Na_2O enthält, als der in einer 5gradigen Calciumsalzlösung enthaltenen Menge CaO äquivalent ist.

Um die Beurteilung zu erleichtern, wie grofsen Mengen von den betreffenden Säuren (in der bei Wasseruntersuchungen üblichen Ausdrucksweise: N_2O_5, Cl, SO_3, CO_2) diese »Härtegrade« entsprechen, habe ich folgende Tabelle berechnet:

1° (deutscher) Härtegrad	entspricht	19,3	mg	N_2O_5	in	1 Liter
1° »	»	12,7	»	Cl	»	1 »
1° »	»	14,3	»	SO_3	»	1 »
1° »	»	7,9	»	CO_2	»	1 »

Es dürften somit — wie jedermann, der sich mit Wasseruntersuchungen einigermafsen beschäftigt hat, wohl zustimmen

wird — gröfsere Konzentrationen dieser Salze, als bei meinen Experimenten in Anwendung gekommen sind (bis 100°), in Trink- und Gebrauchswässern kaum vorkommen.

Die in den Tabellen angeführten, auf die bei den Experimenten in den Flüssigkeiten gefundenen Bleimengen bezüglichen Zahlen bedeuten Milligramme in der gesamten Flüssigkeit.

Aus der Methode des Bleinachweises ist es ersichtlich, dafs durch dieselbe nicht blofs das in der betreffenden Flüssigkeit in Lösung übergegangene Blei, sondern auch das in der Flüssigkeit suspendierte oder als Bodensatz im Cylinder — obschon als Hydrat oder in welcher Form immer — deponierte Metall zum Nachweis gelangte. Obschon es nun sicher ist, dafs nicht immer diese ganze Quantität beim Gebrauch solchen Wassers seine schädliche Einwirkung entfalten kann — da im menschlichen Verdauungsrohre nicht alles in dem Wasser vorhandene Blei sich in löslicher Form erhalten oder in lösliche Form übergehen mufs — so ist es immer bei solchen Untersuchungen notwendig, die ungünstigsten Verhältnisse zu studieren, also in diesem Falle alles gelöste, sowie auch suspendierte Blei zu berücksichtigen.

Experimente über den Einflufs der Sulfate, Chloride, Karbonate und Nitrate des Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium und Ammonium auf die Löslichkeit des Bleies im Wasser.

Calciumsalze.

Konzentration der Lösung in »Härtegraden«	1¼°	2½°	5°	10°	20°	40°	100°
$CaSO_4$	1,75	1,3	1,25	1,1	0,9	0,6	[1]
$CaCl_2$	5,4	3,4	3,2	2,2	1,7	0,5	0,1
$Ca(NO_3)_2$	7,4	6,2	7,2	16,3	13,5	7,5	5,5
$CaCO_3$	0,08	0,06	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
H_2O (Kontrollproben)	7,4	5	7,2	7,2	6	4,8	5

1) Diese Lösungen konnten nicht hergestellt werden, da soviel Magnesiumkarbonat resp. Calciumsulfat im destillierten Wasser nicht in Lösung ging.

Magnesiumsalze.

Konzentration der Lösung in »Härtegraden«	1¼°	2½°	5°	10°	20°	40°	100°
$MgSO_4$	1,4	0,8	0,8	0,3	0,4	0,7	0,8
$MgCl_2$	5	3,6	2,5	2,4	1,5	1,2	0,8
$Mg(NO_3)_2$	8	7,5	16	17	13	13	10
$MgCO_3$	0,1	0,13	0,12	[1])	[1])	[1])	[1])
H_2O (Kontrollproben)	5,5	5,5	Die Proben verdorben		6	verdorben	5,7

Natriumsalze.

Konzentration der Lösung in »Härtegraden«	1¼°	2½°	5°	10°	20°	40°	100°
Na_2SO_4	1,4	1	0,9	1,2	0,8	0,6	0,3
$NaCl$	4,5	4	2,8	2,2	1,6	0,6	0,8
$NaNO_3$	5	6	10	7,5	9,5	5,5	3
Na_2CO_3	0,13	0,4(?)	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1
H_2O (Kontrollproben)	4,5	4,5	5	5,5	6,5	5	6,5

Kaliumsalze.

Konzentration der Lösung in »Härtegraden«	1¼°	2½°	5°	10°	20°	40°	100°
K_2SO_4	1	1	1	1,3	verdorben	1,5	1,4
KCl	4,6	3,3	2,4	2	1	0,6	0,5
KNO_3	7	10	14,5	15	8	6	verdorben
K_2CO_3	0,06	0,14	0,13	verdorben		0,2	0,12
H_2O (Kontrollproben)	5	6	5,5	5,5	8	7	5

1) Diese Lösungen konnten nicht hergestellt werden, da soviel Magnesiumkarbonat im destillierten Wasser nicht in Lösung ging.

Ammoniumsalze.

Da einige Ammoniumsalze (besonders Ammoniumcarbonat) sich schon bei ziemlich niedrigen Temperaturen verflüchtigen, und da somit die Lösungen bei Austreibung der Luft durch Aufkochen ihren Gehalt an diesen Salzen verändern könnten, mufste bei einem Teil der Versuche von den Experimenten mit »luftfreien« Lösungen Abstand genommen und die Experimente mit lufthaltigen Lösungen durchgeführt werden. Ich habe dies so mit dem Ammoniumcarbonat und dann auch mit dem Ammoniumnitrat gethan. Mit dem Sulfate und dem Chloride wurden alle Experimente auf beide Arten durchgeführt.

Ferner soll hier bemerkt werden, dafs Experimente mit »100gradigen« Lösungen nicht angestellt wurden.

Konzentration der Lösung in »Härtegraden«		$1^1/_4$°	$2^1/_2$°	5°	10°	20°	40°
$(NH_4)_2SO_4$	»luftfrei«	1	1	1	1	0,8	0,8
	lufthaltig	2	1,5	1,5	1,5	1,6	1,8
NH_4Cl	»luftfrei«	5	4	3,5	2,5	1,6	0,8
	lufthaltig	9	7	6	4	3	0,8
NH_4NO_3	lufthaltig	15	10	20	40	90	72
$(NH_4)_2CO_3$	lufthaltig	0,05	0,05	0,05	0,13	0,15	2,25(?)
H_2O	»luftfrei«			5			
	lufthaltig			9			

Aus diesen Experimenten geht betreffs der geprüften Salze klar hervor, dafs

1. der Einflufs der im Wasser gelösten Salze auf die Gröfse des Bleiangriffes von der Basis des Salzes soviel wie unabhängig ist, dafs vielmehr alle untersuchten Basen sich genau kongruent verhalten.
2. Der Einflufs der im Wasser gelösten Salze auf die Gröfse des Bleiangriffes wird durch die Säure des betreffenden Salzes bedingt, und zwar:

es wird der Bleiangriff durch salpetersaure Salze[1]) vergröfsert oder wenigstens — bei gewissen Konzentrationen — nicht behindert;

durch die Chloride, Sulfate und Carbonate wird die Gröfse des Bleiangriffes vermindert und zwar in der angegebenen Reihenfolge in steigendem Mafse.

Als kräftigstes Mittel zur Hinderung des Bleiangriffes erscheinen somit die Carbonate, welche aufserdem den Vorteil zeigen, dafs sie diese Einwirkung schon in verhältnismäfsig kleiner Konzentration voll entwickeln, nämlich auch schon bei $1\frac{1}{4}^0$ und auch noch bei geringerer Konzentration, wie folgende ergänzenden Experimente zeigen:

Konzentration der Lösung in »Härtegraden«	$\frac{1}{4}^0$	$\frac{1}{2}^0$	$\frac{5}{8}^0$	$\frac{3}{4}^0$	1^0	$1\frac{1}{4}^0$
K_2CO_3	6	4,5	0,9	0,15	0,13	0,13
Na_2CO_3	5,5	4,5	verdorben	0,1	0,1	0,13

Kombinierte Salzlösungen.

Um zu studieren, auf welche Art und in welchem Mafse der Einflufs einzelner Salze auf die Gröfse des Bleiangriffes durch die Anwesenheit noch anderer Salze in der Lösung modifiziert wird, habe ich eine weitere Reihe von Experimenten ausgeführt, deren Ergebnisse in der beigefügten Tabelle übersichtlich zusammengestellt sind.

Am gründlichsten habe ich dies rücksichtlich der Beeinflussung anderer Salze in dieser Richtung durch Carbonate, deren Einwirkung durch die vorhergehenden Experimente als bei weitem die gröfste sich herausgestellt hat, durchgeführt.

---

1) Es erscheint somit auch in dieser Beziehung der Kontakt des Wassers mit verunreinigtem Terrain verhängnisvoll, insoferne das Wasser in demselben Nitrate aufnimmt.

Einfluß einer 1¼ »Härtegraden« entsprechenden Menge von Natriumkarbonat auf eine			Parallele Kontrollversuche mit denselben, aber einfachen Lösungen.			1¼ gradige Lösung von Natriumkarbonat
40 gradige Lösung von	Calcium-Sulfat	0,08	40 gradige Lösung von	Calcium-Sulfat	1,3	0,08
1¼ » » »	» Sulfat	0,08	1¼ » » »	» Sulfat	2,25(?)	
40 » » »	Natrium-Sulfat	0,08	40 » » »	Natrium-Sulfat	0,7	verdorben
1¼ » » »	» Sulfat	0,08	1¼ » » »	» Sulfat	verdorben	
40 » » »	Calcium-Chlorid	0,15	40 » » »	Calcium-Chlorid	0,8	0,08
1¼ » » »	» Chlorid	0,08	1¼ » » »	» Chlorid	6,0	
40 » » »	Natrium-Chlorid	0,43	40 » » »	Natrium-Chlorid	0,7	0,1
1¼ » » »	» Chlorid	0,15	1¼ » » »	» Chlorid	4,4	
40 » » »	Calcium-Nitrat	1,3	40 » » »	Calcium-Nitrat	7,0	0,08
1¼ » » »	» Nitrat	0,1	1¼ » » »	» Nitrat	7,0	
40 » » »	Natrium-Nitrat	0,7	40 » » »	Natrium-Nitrat	5,0	0,1
1¼ » » »	» Nitrat	0,13	1¼ » » »	» Nitrat	9,0	

Einfluß einer 1¼ »Härtegraden« entsprechenden Menge von				Parallele Kontrollversuche mit denselben, aber einfachen Lösungen.			1¼ gradige Lösung von	
Kaliumsulfat auf eine	40 gradige Lösung von	Magnesium-Chlorid	0,4	40 gradige Lösung von	Magnesium-Chlorid	1,6	Kaliumsulfat	0,8
	1¼ » » »	» Chlorid	0,4	1¼ » » »	» Chlorid	3,8		
	40 » » »	Natrium-Chlorid	0,75	40 » » »	Natrium-Chlorid	1,8		1,5
	1¼ » » »	» Chlorid	0,6	1¼ » » »	» Chlorid	3,5		
	40 » » »	Magnesium-Nitrat	9,0	40 » » »	Magnesium-Nitrat	9,0		1,0
	1¼ » » »	» Nitrat	1,5	1¼ » » »	» Nitrat	8,0		
	40 » » »	Natrium-Nitrat	5,0	40 » » »	Natrium-Nitrat	6,5		1,0
	1¼ » » »	» Nitrat	2,0	1¼ » » »	» Nitrat	6,0		
Magnesium-chlorid auf eine	40 » » »	Calcium-Nitrat	8,0	40 » » »	Calcium-Nitrat	8,0	Magnesium-chlorid	4,5
	1¼ » » »	» Nitrat	5,7	1¼ » » »	» Nitrat	8,0		
	40 » » »	Natrium-Nitrat	7,0	40 » » »	Natrium-Nitrat	7,0		5,0
	1¼ » » »	» Nitrat	5,0	1¼ » » »	» Nitrat	10,0		

Die Ergebnisse der in diesen Tabellen ersichtlich zusammengestellten Experimente können folgender Art kurz resumiert werden:

Das **Karbonat,** zur Lösung des Sulfats, Chlorids, Nitrats zugesetzt, hatte immmer eine Herabsetzung des Bleiangriffes zur Folge.

Das **Sulfat,** zur Lösung des Chlorids, Nitrats zugesetzt, hatte eine Herabsetzung des Bleiangriffes zur Folge; zum Karbonat aber zugesetzt, hatte es keine Veränderung herbeigeführt.

Das **Chlorid**, zur Lösung des Sulfats, Nitrats zugesetzt, hatte eine Herabsetzung des Bleiangriffes zur Folge; zur Karbonatlösung aber hinzugefügt, hat es in drei Experimenten eine Erhöhung des Bleiangriffes hervorgerufen und in einem vierten Experimente, — bei welchem das Karbonat bedeutend überwog — zeigte es keinen Einfluſs.

Das **Nitrat**, zur Lösung des Karbonats, Sulfats, Chlorids zugesetzt, hat immer eine Erhöhung des Bleiangriffes hervorgerufen.

Es ergibt sich somit auch bei diesen kombinierten Lösungen dieselbe aufsteigende Serie — Nitrat, Chlorid, Sulfat, Karbonat — in Bezug auf die Fähigkeit, den Bleiangriff zu beschränken, wie bei den einfachen Salzlösungen.

Da sich die Karbonate durch die oben angeführten Experimente als das wirksamste Mittel zur Hemmung des Bleiangriffes erwiesen, — wie dies auch einigen älteren praktischen Erfahrungen entspricht, — erschien es von Interesse, noch einige nähere Details klarzustellen.

Vor allem sollte sichergestellt werden, was geschieht, wenn das Metall mit immer erneuerter Lösung von Natriumkarbonat in Berührung kommt, ob vielleicht die Menge des in die Flüssigkeit übergehenden Bleies nicht noch weiter abnimmt.

Um dies zu eruieren, habe ich folgenden Versuch ausgeführt: Es wurde ein Liter einer »2 gradigen« Natriumkarbonatlösung

hergestellt, ein Cylinder gefüllt und zwei Bleirinnen eingelegt. Nach 24 Stunden wurde ein zweiter Cylinder mit derselben Lösung angefüllt und die Bleirinnen in denselben aus dem ersten Cylinder übertragen; und so fuhr ich fort bis zum achten Cylinder.

Die colorimetrische Untersuchung ergab folgende Bleimengen in den Flüssigkeiten der einzelnen Cylinder nach Beendigung des Versuches:

Cylinder	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8
Bleimenge	0,06	0,05	0,04	0,03	verdorb.	0,02	verdorb.	0,015

Es geht aus diesem Versuche zur Genüge hervor, dafs sich die Menge des in die Flüsssigkeit übergehenden Metalles vermindert, wenn mit demselben immer neue Lösung in Berührung kommt.

Die nächste Frage war, in welchem Mafse das Karbonat diese seine Einwirkung bei Anwesenheit von Luft und dann noch anderer Salze zu entwickeln vermag.

Zu diesem Zwecke wurden folgende Experimente angestellt:

1. Mit einer Lösung von »1 1/4 Grad NaCl und 2 Grad $NaCO_3$«

Cylinder	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6
Bleimenge	0,04	verdorb.	0.02	0,02	0,03	0,025

2. Mit einer Lösung von »5 Grad $NaNO_3$ und 2 1/4 Grad Na_2Co_3«. Diese Flüssigkeit wurde aber durch die — um eine gewisse Menge der Flüssigkeit aufzustauen, entsprechend der Länge nach verbogene — Bleirinne (vorher auf die übliche Art gereinigt) aus einem 300 ccm fassenden Schütteltrichter Tropfen für Tropfen (durch Stellung des Hahnes reguliert) fliefsen gelassen und am anderen Ende in eine vorgelegte Porzellanschale aufgefangen. Jede 300 ccm wurden für sich aufgefangen (Dauer ca. 80 Minuten) und colorimetrisch auf Blei untersucht. (Solche Versuche wurden fernerhin auch mehrere Tage fortgesetzt, so dafs natürlich in der Nacht eine Pause eintrat, während welcher die in der Rinne aufgestaute Flüssigkeit stehen blieb und teil-

weise verdunstete; in der Frühe wurde dann das Experiment wieder fortgesetzt.)

Nummer der aufgefangenen Flüssigkeitspartie	Gefundene Bleimenge I. Versuch	II. Versuch
1.	0,16	0,1
2.	0,08	0,04
3.	0,04	0,1
		2stündige Pause.
4.	0,02	0,06
5.	0,05	0,08
6.	0,04	0,02
		15stündige Pause.
7.	0,015	0,01
8.	—	0,04
9.	—	0,02
10.	—	verdorbene Probe.
11.	—	0,03.

3. Ein eben solcher Versuch wurde mit einer Lösung von »$2^1/_2$ Grad $NaNO_3$ und $1^1/_2$ Grad $NaCO_3$« durchgeführt. Es wurden in den einzelnen aufgefangenen Flüssigkeitspartien folgende Bleimengen vorgefunden:

1,0
0,15
Pause 95 Minuten.
0,025
0,037
0,013
0,025
Pause 15 Stunden.
Zwei folgende Proben verdorben.
0,015.

4. Mit derselben Lösung wurde ein eben solcher 26 Tage dauernder Versuch angestellt. Die Bleirinne jedoch nach Reinigung auf eine Stunde in 3gradige $NaCO_3$-Lösung getaucht. Anfangs wurden alle aufgefangenen Flüssigkeitspartien auf Blei

untersucht, später nur einzelne in gröſseren Intervallen. Es wurden in denselben folgende Bleimengen vorgefunden:

Datum 27. IV. 0,03
0,02
0,05
Pause 21 Stunden.
» 28. IV. 0,03
0,02
0,03
0,04
0,03
Pause 18 Stunden.
» 29. IV. früh 0,01
Pause 18 Stunden.
» 30. IV. keine Probe untersucht.
Pause 15 Stunden.
» 1. V. keine Probe untersucht.
Pause 15 Stunden.
» 2. V. früh 0,005
Pause 16 Stunden.
» 3. V. keine Probe untersucht.
Pause 15 Stunden.
» 4. V. früh 0,005
Pause 15 Stunden.
Dat. 5. V. u. 6. V. keine Probe untersucht.
Datum 7. V. vormittags 0,007
» 10. V. nachmittags 0,02.

Vom 11. V. früh an wurde eine Lösung von »$2\frac{1}{2}$ Grad $NaNO_3$ und $1\frac{1}{4}$ Grad Na_2CO_3, also mit einer um $\frac{1}{4}$ Grad geringeren Menge von Na_2CO_3 angewendet:

14. V. früh . . . 0,12
17. V. nachmittags 0,12
22. V. nachmittags 0,35.

Es geht somit aus diesen Experimenten hervor, daſs die Menge des in die Flüssigkeit übergehenden

Bleies auch bei freiem Luftzutritt und bei Anwesenheit der Nitrate bis auf sehr geringe Werte herabsinkt, wenn eine genügende Menge von Karbonaten zugegen ist; wenn aber diese sinkt, so steigt sehr schnell die Menge des in die Flüssigkeit übergehenden Metalls.

Experimente über den Einfluſs der im Wasser gelösten freien Kohlensäure.

Zu diesem Zwecke wurde folgende Methode in Anwendung gebracht: Die betreffende Lösung (destilliertes Wasser, resp. 1¼⁰ Na_2CO_3 — resp. 1¼⁰ $NaNO_3$ — resp. 1¼⁰ $NaCl$ — resp. 1¼⁰ Na_2SO_4-Lösung) wurde in drei Cylinder eingefüllt, soviel, daſs dieselbe nach Einlegen des Bleies bis ungefähr auf ½ cm zum Rande heranreichte. (Cylinder Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3.) Durch die Flüssigkeit im Cylinder Nr. 2 wurde aus dem Kippschen Apparate ein ziemlich starker Strom Kohlensäure während 5 Minuten durchgetrieben, dann ebenso durch die Flüssigkeit des Cylinders Nr. 3, worauf dann in jeden Cylinder eine Rinne eingelegt wurde. Durch die Flüssigkeit des Cylinders Nr. 3 wurde auch fernerhin und zwar kontinuierlich ganze 24 Stunden ein schwacher Strom Kohlensäure getrieben. Der Cylinder Nr. 1 war somit »kohlensäurefrei«, der Cylinder Nr. 2 kohlensäurehaltig und der Cylinder Nr. 3 enthielt fortwährend während des Versuches Überschuſs an Kohlensäure.

Es wurden diese Experimente in offenen Cylindern, also bei Luftzutritt, ausgeführt, da es sonst sehr schwierig ist, die Bedingung herzustellen, daſs die dritte Flüssigkeit stets Überschuſs an Kohlensäure hätte.

Art der Flüssigkeit	Kohlensäure		
	-frei	-haltig	im Überschuſs
H_2O	12	1,3	2,5
1¼⁰ $NaNO_3$	15	4,5	2,5
1¼⁰ Na_2CO_3	1	1	1
1¼⁰ $NaCl$	7	1,5	3
1¼⁰ Na_2SO_4	7	1,5	2,3

Es ergibt sich somit aus diesen Experimenten, dafs — der allgemein verbreiteten Anschauung ganz entgegengesetzt — freie Kohlensäure nicht nur nicht eine Steigerung des Überganges von Blei in die Flüssigkeit, sondern meistens sogar eine recht bedeutende Verminderung derselben bewirkt. Dies gilt auch für den Fall, wenn die Kohlensäure im Überschufs in der Flüssigkeit aufgelöst ist und zwar für destilliertes Wasser, als auch für verschiedene Salzlösungen.

Experimente über den Einflufs organischer Substanzen auf die Gröfse des Bleiangriffes.

Diese Frage läfst sich nicht so einfach und klar experimentell bearbeiten, wie es bei den anorganischen Substanzen war. Denn es sind die im Wasser vorkommenden organischen Substanzen bei weitem nicht so gründlich bekannt wie die anorganischen. Ich konnte also bei meinen diesbezüglichen Experimenten die bei den anorganischen Substanzen benutzte Methode, — den Einflufs einzelner wichtigster einfacher chemischer Verbindungen isoliert zu studieren, — nicht gut anwenden.

Es wurde somit folgendes Versuchsverfahren in Anwendung gebracht: Verschiedene, an anorganischen Bestandteilen möglichst arme organische Substanzen wurden einige Tage in mehrere Male gewechseltem destillierten Wasser maceriert, um die im Wasser löslichen anorganischen Bestandteile möglichst auszulaugen. Hernach wurde die betreffende ausgelaugte Substanz mit destilliertem Wasser ausgewaschen und dann auf 24 Stunden von neuem in destilliertes Wasser eingelegt. Nach Ablauf von 24 Stunden wurde die Flüssigkeit durch mit destilliertem Wasser ausgewaschene Glaswolle filtriert und das Filtrat, — in welchem die Quantität der organischen Substanzen nach der Methode von Kubel-Tiemann bestimmt worden ist, — zum Experimente benutzt.

Es wurden auf diese Art Macerationen von Grasblättern, Torf, Fischfleisch und dann noch von Rettigblättern untersucht. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Maceration von	Sauerstoff-verbrauch auf 1 l der Lösung	Gefundene Bleimenge in mg
Grasblättern	1,5	0,75
Dieselbe Lösung 5 mal verdünnt	0,5	9
Rettigblättern	21,5	2
Dieselbe Lösung 5 mal verdünnt	4,5	5
Torf	7,4	18
Dieselbe Lösung 5 mal verdünnt	1,8	16
Fischfleisch	3	6
Dieselbe Lösung 5 mal verdünnt	0,8	6
Kontrollversuch: Das zur Herstellung obiger Lösungen benutzte destillierte Wasser	0,3	9

Um zu eruieren, in welcher Art dieser Einfluſs der im Wasser gelösten organischen Substanzen durch die gleichzeitige Anwesenheit anorganischer Salze modifiziert wird, habe ich eine weitere Reihe von Experimenten ausgeführt.

Es wurde wieder auf die oben angeführte Art ein Infus von Torf hergestellt und mit vier Teilen destillierten Wassers verdünnt.

Die Titration nach Kubel-Tiemann ergab wieder 1,8 mg Sauerstoff auf einen Liter.

Aus dieser Flüssigkeit wurden durch Zusatz entsprechender Mengen der Stammlösungen von Natriumkarbonat, -sulfat, -chlorid, -nitrat Lösungen hergestellt, welche die angegebene Menge organischer Substanzen und »1¼ Grad« von Natriumkarbonat, resp. -sulfat, resp. -chlorid, resp. -nitrat enthielten. Auſserdem wurden die entsprechenden Kontrollversuche — Versuche mit den betreffenden Salzlösungen ohne die organischen Substanzen und Versuche mit den Lösungen der organischen Substanzen ohne anorganische Salze — durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Die in der Lösung enthaltenen Substanzen	Gefundene Bleimenge	Dieselbe Lösung ohne Torfsubstanz.
Torfsubstanzen mit 1¼° Natriumkarbonat	5,5	5,5
Torfsubstanzen mit 1¼° Natriumsulfat	6,8	5,3
Torfsubstanzen mit 1¼° Natriumchlorid	10,5	7,5
Torfsubstanzen mit 1¼° Natriumnitrat	12,0	11,0
Kontrollversuch mit dem verdünnten Torfinfus allein	10	

Maceration von Grasblättern[1]) mit Zusatz einer $1^1/_4$ »Härtegraden« entsprech. Menge von	Gefundene Bleimenge in mg	Kontrollversuche: Wässerige Lösung einer $1^1/_4{}^0$ entsprech. Menge v.	Gefundene Bleimenge in mg
Natriumkarbonat	0,3	Natriumkarbonat . . .	3,25
Natriumsulfat	5,0	Natriumsulfat . . .	5,0
Natriumchlorid	5,5	Natriumchlorid . . .	5,0
Natriumnitrat	8,0	Natriumnitrat . . .	15,0
Kontrollversuch: Dieselbe Maceration von Grasblättern ohne Zusatz .		0,69 mg Blei.	

Experimente über den Einflufs der Luft auf die Gröfse des Bleiangriffes im Wasser.

Es wurden $^5/_4$ gradige Lösungen von Na_2CO_3, $NaCl$, Na_2SO_4 und $NaNO_3$ angewendet und gleichzeitig ein Kontrollversuch mit dem destillierten Wasser angestellt. Der Versuch wurde so ausgeführt, dafs jede von diesen Flüssigkeiten aufgekocht, schnell abgekühlt und in zwei Cylinder eingefüllt wurde, von denen der eine — nach Einlegen der Bleirinnen — »ohne« Luftzutritt, der andere »mit« Luftzutritt aufbewahrt wurde. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

$^5/_4$ gradige Lösung von	»ohne Luftzutritt«	»mit Luftzutritt«
Natriumkarbonat	0,13	1,3
Natriumsulfat	1,25	5,5
Natriumchlorid	4,0	8,0
Natriumnitrat	7,0	11,5
Kontrollversuch: Destilliertes Wasser	7,0	11,5

Diese Experimente zeigen von neuem, dafs die allgemein behauptete begünstigende Einwirkung der Luft auf die Gröfse des Bleiangriffes sowohl im destillierten Wasser als auch in verschiedenen Salzlösungen existiert und eine bedeutende Vergröfserung des Bleiangriffes herbeiführt.

1) Sauerstoffverbrauch (nach Kubel-Tiemann) 1,7 mg auf 1 l.

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, ist auch bei Luftzutritt das Karbonat das mächtigste Mittel zur Herabsetzung der Gröfse des Bleiangriffes. Folgende Versuche zeigen, dafs bei einer Konzentration von 2 »Härtegraden« dieses Salz die Einwirkung der Luft völlig aufzuheben vermag (im destillierten Wasser).

Lösung von Natriumkarbonat	»ohne Luft-zutritt«	»mit Luft-zutritt«
1,25 gradig	0,08	0,85
1,6 »	0,06	0,38
1,8 »	0,06	0,10
2 »	0,06	0,06
3 »	0,06	0,06
5 »	0,08	0,08
10 »	0,08	0,08

Es seien hier noch zwei wichtige Beobachtungen angeführt:

1. Wie bereits erwähnt, bildet sich bei diesen Experimenten in den Flüssigkeiten oft eine weifsliche Trübung, welche nach einiger Zeit in Form eines weifslichen Pulvers zum Boden sinkt. Dies ist schon früheren Beobachtern zur Kenntnis gekommen; es besteht dieses Pulver nach Angabe der Autoren aus Bleihydrat und Bleikarbonat. Dem entspricht auch sein Verhalten der Salpetersäure gegenüber, in welcher es sich augenblicklich auflöst; dies geschah auf gleiche Art bei allen von mir durchgeführten Experimenten, welche Salzlösung immer angewandt wurde. Die Menge dieses Sedimentes steht in gerader Proportion zur Menge des in der Flüssigkeit überhaupt konstatierten Bleies. — Solche weifsliche Trübung, von demselben Verhalten, bildet sich auch in blofsem destilliertem Wasser (auch bei »Abwesenheit der Luft«).
2. In Karbonatlösungen — soweit dieselben genügend konzentriert sind, wenigstens $^3/_4$ Härtegrad bei einer »luftfreien« und wenigstens 2 Härtegrade bei einer »lufthaltigen« Lösung — bildet sich auf der glänzenden Oberfläche des eingetauchten

Bleistückes in kurzer Zeit (ca. 1 Minute) ein feiner bläulicher Anflug, welcher nach Herausnahme des Bleistückes aus der Lösung nicht einmal durch ziemlich starkes Reiben mit einem Abwischlappen entfernt werden kann. Ähnliche Anflüge entstehen in Sulfat- und Chloridlösungen — obwohl erst bei höheren Konzentrationen derselben —, diese können aber leicht mittels des Abwischlappens weggewischt werden.

Wenn man zu alledem noch die bekannte Thatsache, dafs das Bleikarbonat im Wasser fast völlig unlöslich, das Bleisulfat sehr wenig löslich, das Bleichlorid etwas mehr löslich und das Bleinitrat sehr leicht löslich ist; und wenn man endlich noch hinzunimmt, dafs, neuesten Anschauungen gemäfs, Salze in der Lösung zum Teil in dissociiertem Zustande sich befinden, nämlich zum Teil in freie Säure und freie Base zerlegt, so übergeht man sehr leicht zur folgenden sehr wahrscheinlichen Hypothese, welche eine ungezwungene Erklärung des verschiedenartigen Verhaltens der Karbonate, Sulfate, Chloride und Nitrate in der Lösung dem Blei gegenüber gibt.

Es ist nämlich auf Grund der angeführten Thatsachen und der eben erwähnten Hypothese sehr wahrscheinlich, dafs der Sachverhalt im ganzen ungefähr der folgende ist: In allen wässerigen Lösungen, ähnlich wie im blofsen destillierten Wasser (welches aber angeblich Luft, resp. Sauerstoff enthalten mufs), löst sich von der Oberfläche des Bleies Bleihydrat (Bleikarbonat?) in Form eines feinen Pulvers ab. Wenn aufser dem Wasser noch ein Salz zugegen ist, so verbindet sich die durch Dissociation frei gewordene Säure mit den oberflächlichsten Teilchen des Bleistückes zum betreffenden Salze. Ist dieses Salz im Wasser löslich, so bleibt die Oberfläche des Bleistückes immer frei und der Einwirkung der Lösung zugänglich, so dafs sich eine bedeutende Menge jener Pulverteilchen ablösen kann; wenn das auf der Oberfläche des Bleies entstandene Salz aber unlöslich oder schwer löslich

ist, so bleibt es auf der Oberfläche in Form eines feinen Überzuges haften, welcher — vorausgesetzt, dafs die betreffende Säure in genügender Menge vorhanden ist — die Metalloberfläche vor jener Einwirkung des Wassers schützt.

Ähnliches kann auch von Lösungen organischer Substanzen als wahrscheinlich angenommen werden, denn auch bei diesen wurde in meinen Experimenten dasselbe Verhältnis zwischen der Menge des Sedimentes und des nachgewiesenen Bleies beobachtet.

Die eben dargelegte Hypothese hat viel Wahrscheinliches in sich, und obwohl ihre experimentelle Verfolgung interessante Ergebnisse in der angedeuteten Richtung verspricht, habe ich sie, da sie sich auf das Gebiet der reinen theoretischen Chemie bezieht, vorläufig nicht weiter verfolgt.

Ich will am Ende noch einmal alle Schlufssätze meiner Studien übersichtlich zusammenstellen:

I. Einfache Lösungen anorganischer Salze im destillierten Wasser.

1. Der Einflufs der im Wasser gelösten Salze auf die Gröfse des Bleiangriffes ist von der Basis des Salzes soviel wie unabhängig, es verhalten sich vielmehr alle untersuchten Basen (K_2O, Na_2O, CaO, MgO, $(NH_4)_2O$) völlig gleich.
2. Der Einflufs der im Wasser gelösten Salze auf die Gröfse des Bleiangriffes wird durch die Säure des betreffenden Salzes bedingt und zwar

   es wird der Bleiangriff durch salpetersaure Salze vergröfsert oder wenigstens — bei gewissen Konzentrationen — nicht behindert;

   durch die Chloride, Sulfate und Karbonate wird die Gröfse des Bleiangriffes vermindert und zwar in der angegebenen Reihenfolge in steigendem Mafse.

II. Kombinierte Salzlösungen.

Das **Karbonat**, zur Lösung des Sulfats, Chlorids, Nitrats zugesetzt, hatte immer eine Herabsetzung des Bleiangriffes zur Folge.

Das **Sulfat**, zur Lösung des Chlorids, Nitrats zugesetzt, hatte eine Herabsetzung des Bleiangriffes zur Folge; zum Karbonat aber zugesetzt, hat es keine Veränderung herbeigeführt.

Das **Chlorid**, zur Lösung des Sulfats, Nitrats zugesetzt, hatte eine Herabsetzung des Bleiangriffes zur Folge; zur Karbonatlösung aber hinzugefügt, hat es in drei Experimenten eine Erhöhung des Bleiangriffes hervorgerufen, und in einem vierten Experimente, — bei welchem das Karbonat bedeutend überwog, — zeigte es keinen Einflufs.

Das **Nitrat**, zur Lösung des Karbonats, Sulfats, Chlorids zugesetzt, hat immer eine Erhöhung des Bleiangriffes hervorgerufen.

Es ergibt sich somit auch bei diesen kombinierten Lösungen dieselbe aufsteigende Serie — Nitrat, Chlorid, Sulfat, Karbonat — in Bezug auf die Fähigkeit, den Bleiangriff zu beschränken, wie bei den einfachen Salzlösungen.

III. Kommt Blei mit immer neuen Portionen einer Karbonatlösung in Berührung, so sinkt die Menge des an die Flüssigkeit abgegebenen Metalls.

IV. Bei stetiger Erneuerung der selbst unter freiem Luftzutritt stehenden und Nitrate enthaltenden Lösung sinkt die Menge des an dieselbe abgegebenen Metalls bis auf sehr geringe Werte, wenn eine genügende Menge von Karbonaten zugegen ist; wenn aber diese sinkt, so steigt sehr schnell die Menge des in die Flüssigkeit übergehenden Metalls.

V. Freie, in der Lösung enthaltene Kohlensäure bewirkt — der allgemein verbreiteten Anschauung ganz entgegengesetzt — eine, meistens sogar recht bedeutende

Verminderung des Bleiangriffes und zwar auch dann, wenn sie im Überschufs vorhanden ist (sowohl in destilliertem Wasser als auch in verschiedenen Salzlösungen).

VI. Durch die Anwesenheit organischer Substanzen wird der Bleiangriff nicht allgemein erhöht (Macerationen von Grasblättern, Rettigblättern, Fischfleisch haben eine Erniedrigung, Macerationen von Torf eine Erhöhung hervorgerufen und zwar sowohl im destillierten Wasser als auch in Lösungen anorganischer Salze).

VII. Als das mächtigste Mittel zur Hemmung des Bleiangriffes erschienen unter den untersuchten Substanzen die Karbonate, die Kohlensäure (und der Grasblätteraufgufs).

Endlich bestätigen die Experimente die allgemein bekannte Thatsache, dafs bei Luftzutritt der Bleiangriff unter allen Umständen stark erhöht wird.

Über den Anteil, den die Milch an der Verbreitung der Tuberkulose nimmt,

mit besonderen Untersuchungen über die Milch des Paduaner Marktes.

Von

Dr. C. Tonzig,

Assistent.

(Aus dem hygienischen Institut der kgl. Universität Padua. Direktor: Prof. A. Serafini.)

Es ist nunmehr experimentell erwiesen, dafs die Milch tuberkulöser Kühe den Bacillus der Tuberkulose enthalten, und dafs sich vermittelst derselben und ihrer Derivate diese Krankheit verbreiten kann.

Die Litteratur über diesen Gegenstand wird jeden Tag reicher an Arbeiten, so dafs es zu lang werden würde, wenn wir hier alle nennen würden. Ich beschränke mich darauf, an einige derselben zu erinnern, um den Lesern vor allen Dingen ins Gedächtnis zurückzurufen, dafs, wenn es aufser Zweifel ist, den Kochschen Bacillus, sobald dieser von tuberkulösen Kühen ausgeschieden wird, in der Marktmilch finden zu können, seine Häufigkeit doch in sehr verschiedenem Grade in den verschiedenen Orten, an denen die Untersuchungen ausgeführt wurden, beobachtet wurde.

Nach den Untersuchungen von Friis[1]) zu Kopenhagen, welcher die Tuberkulose bei Kaninchen mit 14% der ins Peritoneum eingeimpften

1) Zeitschr. f. Tiermedizin, 1893 (s. Annales de l'Institut Pasteur, 1893).

Milchproben hervorrief, und jener von Zoeborbekoff[1]) zu St. Petersburg, der mit der Milch dieser Stadt die Tuberkulose in 9,19 % der Probe hervorbrachte, sehen wir dagegen bei den in Berlin von Obermüller[2]) vorgenommenen Untersuchungen ein positives Resultat für die Tuberkulose mit 61 % der Proben, während Petri[3]) mit Berliner Milch aus anderen Quellen sie nur in 14 % der Proben fand, und Rabinovitsch[4]) in der Milch des gleichen Ortes, wieder anderer Proben, den specifischen Bacillus in 28 von 100 Fällen antraf.

Ernst und Peters[5]), welche ihre Untersuchungen im Auftrage der Landwirtschaftlichen Gesellschaft von Massachussetts vornahmen, fanden, dafs 3 % der Milchproben der Stadt Boston Tuberkulose ergaben. Piazza in Buenos-Aires[6]), welcher seine Versuche an der Milch jenes Ortes vornahm, hatte die Tuberkulose in 20 % der eingeimpften Proben. Kanthack und Sidney-Sladen[7]) fanden, dafs 9 von 16 Molkereien Milch in den Handel brachten, welche im stande war, die Tuberkulose hervorzurufen. Ascher erzielte mit der Milch zu Königsberg[8]) die Tuberkulose in 5,8 % der Proben. Uhl jedoch, welcher die Milch des Giefsener Marktes geprüft hatte, war vor diesen Autoren immer zu einem negativen Resultat gelangt[9]).

In Italien war es Montefusco[10]), der zu Neapel 1893 mit der Einimpfung von 59 Proben zu keinem einzigen Tuberkulose-Falle gelangte. Cappelletti[11]), welcher 1895 die Milch von Padua studierte und 27 Proben ebensovielen Meerschweinchen einimpfte, hatte ebenfalls ganz und gar negative Resultate. Ebenso waren auch die Ergebnisse von Fiorentini und Parietti[12]) mit der Milch von Pavia, und diejenigen von Brazzola[13]) mit der Milch des Marktes von Bologna.

Massone[14]) hingegen stellte mit der Milch von Genua in 9 % der untersuchten Proben die Gegenwart des Tuberkelbacillus fest.

---

1) Thèse de Saint-Pétersbourg, 1893 (s. Revue d'Hygiène, 1895, p. 932).

2) Hygienische Rundschau, 1895, Nr. 19, S. 877.

3) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt, 1898, Bd. XIV.

4) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. XXVI, S. 90.

5) Medical Record, 6. April 1895.

6) Sobre la leche y la mantecha che se despachan en al mercado de la Plata. Tipografia de la escuela de artes y oficios. La Plata 1899.

7) The Lancet, 1899, p. 74. s. Revue d'Hygiène, 1899, p. 843.

8) Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh., 1899, Bd. XXXII, S. 329.

9) Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh., 1892, Bd. XII, S. 475.

10) Die ›Annali d'Igiene sperimentale‹, 1893, vol. III, p. 315.

11) L'ufficiale sanitario, 1896.

12) Giornale della R. Società Italiana d'Igiene, Vol. IV, Nr. 7, 8, p. 199.

13) Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Versammlung vom 8. Mai 1898 (Auszug).

14) Annali d'Igiene sperimentale, 1897, Vol. VII, p. 329.

Gino de Rossi[1]) infizierte mit 27 Milchproben von Pisa nicht ein einziges Meerschweinchen mit Tuberkulose.

Rondelli[2]) brachte in Turin die Tuberkulose nur mit 2% der Proben hervor. Dr. Marcone[3]) berichtete nach Wiederholung seiner Versuche mit der Milch des Marktes von Neapel an den in jener Stadt im Laufe dieses Jahres abgehaltenen Kongreſs gegen die Tuberkulose, daſs er mit 6 von 26 Proben (25%) Tuberkulose erzielt habe.

Santori[4]) konnte mit der Marktmilch der Stadt Rom in den Meerschweinchen die Tuberkulose im Verhältnis von 6% der studierten Proben feststellen.

Um die beachtenswerte Verschiedenheit in den erlangten Resultaten, sei es bei den verschiedenen Forschern in den verschiedenen Städten, sei es bei den verschiedenen Forschern am gleichen Orte, so z. B. den zuerst von Obermüller und dann von Petri und Dr. Rabinovitsch in Berlin erlangten, sowie denjenigen von Montefusco und Marcone in Neapel, zu erklären, ist teils der Umstand anzusehen, daſs die verschiedenen Beobachter zum Teil Milch ganz verschiedener Herkunft untersucht haben, teils die Differenz der Untersuchungsmethoden und zuweilen direkt die Mangelhaftigkeit derselben, sowie die Kargheit der ausgeführten Proben angenommen wurden. Und hierauf ist auch Bezug genommen worden, um die negativen Resultate erklären zu können, die man an Plätzen erhielt, wo der Milchmarkt den Anforderungen der Hygiene nicht entspricht und wo an tuberkulösen Milchkühen kein Mangel sein kann, da man sie in den Schlachthäusern antrifft.

Da diesen Erwägungen auch die von Cappelletti in diesem Institut vorgenommenen Untersuchungen unterstellt werden konnten, hielt ich es für geboten, dieselben wiederaufzunehmen, um zu sehen, ob der Tuberkelbacillus wirklich in der Milch von Padua so selten ist, wie es nach jenen Untersuchungen erscheint, was von groſser Wichtigkeit für diese Stadt ist, welche nach den statistischen Bulletins der Todesursachen als die unter den

---

1) L'industria della produzione del latte in Pisa sotto il punto di vista igienico. Rivista d'Igiene e sanitá pubblica, 1897, p. 747.

2) Rivista d'Igiene e Sanitá pubblica, 1898, p. 873.

3) La Riforma Veterinaria. Napoli 1900, Jahrg. III, Nr. 10 u. ff.

4) Annali d'Igiene sperimentale, 1900, vol. X, p. 301.

italienischen Städten am meisten von der schrecklichen Geifsel betroffene erscheint (siehe nachstehende Tabelle) und hinsichtlich der Tuberkulosesterblichkeit unter die bedeutendsten Städte des Auslandes eingereiht werden kann.

Tabelle I.

Stadt	Jahres-durch-schnitt	Todesfälle an allgemeiner Tuberkulose u. ihren lokalen Manifestation. auf 10000 Einwohner	Stadt	Jahres-durch-schnitt	Todesfälle an allgemeiner Tuberkulose u. ihren lokalen Manifestation. auf 10000 Einwohner
Padua . .	1893—98	40,5	Florenz . .	1897—98	30,1
Bologna . .	»	33,8	Alessandria .	»	26,2
Mailand . .	»	30,7	Venedig . .	»	30,1
Genua . .	»	29,5	Ferrara . .	»	22,6
Rom . . .	»	29,0	Verona . .	»	27,3
Turin . .	»	23,3	Brescia . .	»	30,7
Neapel . .	»	28,6	Messina . .	»	18,2
Pisa . . .	1897—98	34,1	Catania . .	»	15,2

Aber auch eine andere Thatsache hat mich getrieben, mit meinen vorliegenden Untersuchungen zum Studium der ernsten Frage der Ausbreitung der Tuberkulose vermittels der Milch beizutragen. Niemand kann gegenüber dem Faktum, dafs sich der Tuberkelbacillus in der Milch vorfindet, leugnen, dafs diese dem, welcher sie trinkt, die Tuberkulose zuführen könne; es ist jedoch notwendig zu studieren, und zwar mit Hilfe der Statistik einerseits und der Experimentalversuche anderseits, welchen Anteil die Milch in Wirklichkeit an der Ausbreitung der Tuberkulose hat. Es ist notwendig, dies kennen zu lernen, weil nach Feststellung der Thatsache, dafs die Kühe mittels der Milch die Tuberkulose auf den Menschen übertragen können, die Logik zu prophylaktischen Mafsnahmen drängt, welche den Züchtern und Eigentümern von Rindvieh sehr unangenehm und kostspielig werden können und folglich der Industrie des Milchbetriebes Schaden zuzufügen vermögen. Diese Sache ist, immer natürlich unter Rücksicht auf die höheren Anforderungen des öffentlichen Wohles, solange als möglich zu vermeiden, sei es im Hinblick aufs private wie aufs öffentliche Interesse. Und das auch schon

darum, weil die in dieser Beziehung getroffenen rigorosesten Mafsregeln zugleich mit der Schädigung für die Industrie selbst auch überflüssig für die öffentliche Gesundheit erscheinen können, wie Dr. Gualdi beim jüngst zu Neapel stattgefundenen Tuberkulose-Kongrefs zur Evidenz darzulegen vermochte. Er hat darauf aufmerksam gemacht, dafs in Rom nach Ausschlufs aus den Milch-Züchtereien von allen Kühen, welche auf das Tuberkulin reagiert hatten und nach Übergabe an die Abdeckereien von all' dem für die Ausbreitung der Tuberkulose gefährlichen Fleisch nach vier Jahren sich keinerlei Variation im Prozentsatz der Mortalität an diesem Übel ergab.

Von Einigen ist unter Sammlung statistischer Daten darauf hingewiesen worden, dafs dort, wo der gröfste Milchverbrauch besteht, auch die gröfste Tuberkulose-Sterblichkeit vorhanden ist. G. Ruata veröffentlichte i. J. 1898[1]) zum Zwecke, den beträchtlichen Anteil der Milch an der Entwicklung der Tuberkulose-Krankheit zu zeigen, die nachfolgende Tabelle, in der er die statistischen Angaben der an verstreuter Tuberkulose und ihren lokalen Manifestationen in einigen Provinzen Italiens, wo der Milchverbrauch beachtenswert ist, Gestorbenen (so die Provinzen der Lombardei, des Piemont und der Emilia) mit anderen gegenüberstellte, wo der Verbrauch an Kuhmilch gering oder vollständig von dem der Ziegenmilch ersetzt ist. Die Daten wurden von Ruata in der Statistik der Todesursachen von 1895 und 1896 gesammelt, welche seitens des Centralbureaus für Statistik Veröffentlichung fand.

(Siehe Tabelle II auf S. 51.)

Aber so gewissenhaft auch diese Untersuchungen sind, so vermögen die Daten dennoch nicht die Frage zu entscheiden, weil es einerseits nicht schwierig ist, nachzuweisen, dafs die Tuberkulose gleichermafsen verbreitet ist dort, wo der Milchverbrauch gering ist, als wie dort, wo er beträchtlich ist; und anderseits ist es eine Thatsache, dafs jene Tuberkuloseform, welche besonders von der Milch hervorgebracht werden kann,

1) La salute pubblica, 1898, p 139

jene ab ingestis ist, welche, wie man annehmen mufs, sich hauptsächlich als Tabes meseraica manifestiert.

Tabelle II.

Provinzen, wo der Verbrauch bedeutend ist	1895	1896	Provinzen, wo der Verbrauch gering ist oder fehlt	1895	1896
Como	26,0	26,6	Perugia	16,8	17,2
Bergamo	22,3	21,3	Aquila	18,8	18,1
Brescia	20,6	21,0	Chieti	17,4	18,2
Pavia	17,2	17,0	Teramo	17,8	14,1
Piacenza	22,0	23,8	Foggia	16,7	17,0
Reggio	22,3	20,3	Lecce	18,4	19,5
Modena	21,6	22,6	Benevento	12,0	12,0
Parma	25,6	21,7	Potenza	10,7	11,3

Aufserdem darf nicht vernachlässigt werden, mit diesen Daten das Resultat in Beziehung zu bringen, das in den verschiedenen Städten von den verschiedenen Forschern mittels der bakteriologischen Untersuchung der Milch im besonderen Hinblick auf den Tuberkelbacillus erzielt wurde, oder wenigstens die Resultate, welche, in Ermangelung dieser Analysen, sich mit den anatomisch-pathologischen Beobachtungen im Hinblick auf die Tuberkulose an den Rindern in den Schlachthäusern ergaben.

Eine vergleichende Studie dieser Art kann m. E. beträchtlich zur Erkenntnis beitragen, welchen Anteil man der Milch bei dem epidemiologischen Studium der Tuberkulose zuzuschreiben hat, und deshalb habe ich geglaubt, sie zur Kenntnis der Hygieniker bringen zu müssen.

* * *

Vor allen Dingen habe ich eine Serie von Untersuchungen anstellen wollen, die einerseits das Studium der Methode zeigen sollen, welcher man bei der Suche nach dem specifischen Bacillus der Tuberkulose in der Milch zu befolgen hat, anderseits aber, nach Erkennung der geeignetsten Methode, auf Vermehrung der Zahl der Milchproben des Marktes von Padua, wie sie früher von meinem Vorgänger, Dr. Cappelletti, untersucht wurden, hinstreben.

Um die Methode zu studieren, habe ich mich vor allen Dingen mit direkten Experimenten überzeugen wollen, wie sich die Mikroorganismen in der Milch verteilen, wenn diese der Centrifugation unterworfen wird, nachdem ja schon Scheurlen[1]) zuerst gezeigt hat und andere ihm später bestätigten, dafs die Mikroorganismen im allgemeinen und diejenigen der Tuberkulose im besonderen, in einer Milch, welche der Centrifugation unterzogen wird, nicht auf den Grund des Gefässes gehen, sondern zum grofsen Teile mit den Fettkügelchen an die Oberfläche kommen, während nur ein kleiner Teil zu Boden sinkt. Zu diesem Behufe bediente ich mich der kräftigen Centrifuge unseres Institutes, welche den Cylindern ca. 6000 Umdrehungen in der Minute verleiht, und unterstellte der Centrifugierung eine Milchprobe, von der ich mit einer zweckmäfsigen Verdünnung in keimfreiem Wasser die bakteriologische quantitative Untersuchung gemacht hatte. In gleicher Weise vorgehend, habe ich dann das Fett, das Serum und den Bodenniederschlag nach der Centrifugation analysiert, wobei ich die folgenden Resultate erlangte:

Für die gesamte Milch . .	Keime	3 600	per	ccm
Fürs Fett	»	10 220	»	»
Fürs Serum	»	302	»	»
Für den Bodensatz . .	»	215	»	»

In einer zweiten Probe hatte ich fürs Fett und fürs Serum die Entwicklung von zahllosen Kolonien und mit dem Bodensatz 234 125 Keime per ccm.

Diese Experimente bestätigen daher die Resultate der früheren Autoren. Dieselbe Bestätigung ergab sich mir aus der Thatsache, dafs alle Meerschweinchen, die ich mit der Mischung von Fetten dreier Proben zu dem Zwecke, den ich weiter unten klarlegen werde, einimpfte, an heftigster Peritonitis zu Grunde gingen. Das überzeugte mich von der Notwendigkeit, aufser dem Bodensatz auch das Fett zum Einimpfen zu benutzen, wie ich's in der

1) Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamte, Bd. VII, 1891.

That in meinen Experimenten mit Milchproben von Padua in verschiedenster Weise in Praxis bestätigt fand.

Die Proben wurden in Halbliterflaschen gesammelt, die bei trockener Wärme von 150° durch 20 Minuten sterilisiert worden waren und von ihnen wurden die in einer ersten Serie gebrauchten in den verschiedenen Milchhandlungen und bei den Milchverkäufern gesammelt, von denen ich nähere Angaben erlangen konnte; diejenigen einer zweiten Serie wurden erlangt, indem die nach Hause zurückkehrenden Milchmänner an verschiedenen Stadtthoren erwartet wurden und die in ihren Recipienten nach dem Verkauf zurückgebliebene Milch gesammelt wurde; eine dritte Serie endlich kam dadurch zu stande, dafs Milchproben von den Händlern entnommen wurden, welche zu früher Morgenstunde an den verschiedenen Stadtthoren anlangten.

Da die Möglichkeit, mittels der besonderen Färbung mit Sicherheit die Anwesenheit der Tuberkelbacillen in der Milch feststellen zu können, ausgeschlossen ist, wie dies Massone[1]) zu Genua, Adami und Martini[2]) während ihrer Beobachtungen an als tuberkulös erkannten Milchkühen mit der Tuberkulinprobe in der Experimentalstation von Outremont P. Q. und neuerdings der Dr. Santori[3]) zu Rom gezeigt haben, griff ich zur Peritoneal-Inoculation der Meerschweinchen mit den verschiedenen, durch Centrifugation gesonderten Teilen der Milch. Dies Verfahren hat den beachtenswerten Nachteil, dafs die in der Milch befindlichen Mikroorganismen eine rapide Infektion des Peritoneums und Tod des Tieres herbeiführen können, bevor das Ergebnis der unternommenen Probe abgewartet werden kann. Dies ergibt sich nicht nur, wenn sich in der Milch virulente Keime vorfinden, sondern auch, wenn einige von ihnen, welche gewöhnlich nicht dazu zu rechnen sind, durch die gleichzeitige Injicierung mit dem Fett der Milch eine aufser-

1) Bereits cit. Arbeit.

2) Report on Observation made upon the cattle at the Experimental Station at Outremont P. Q. recognized to be tuberculous by the tubercolin test. Ottawa, 1899.

3) Cit. Arbeit.

ordentliche Virulenz erlangen. Diese Thatsache ist von Hormann und Morgenroth[1]), sowie von Wegner, Gravitz u. A. festgestellt worden, welche, indem sie ins Peritoneum von Meerschweinchen nichtpathogene Mikroorganismen mit keimfreier Butter gemischt einimpften, den Tod der Tiere schnell eintreten sahen.

Nach Ansicht einiger wäre es daher nützlicher, die verschiedenen Komponenten der Milch in das subkutane Bindegewebe von Meerschweinchen einzuimpfen. Bei dieser Methode hat man andererseits den Nachteil, eine kleine Quantität Material injicieren zu müssen und dadurch die Möglichkeit der Ansiedlung der Tuberkelbacillen zu verringern, wenn diese in der Milch, die unseren Versuchszwecken untersteht, in sehr geringer Zahl vorhanden sind. Immerhin bei Erwägung, dafs nicht alle Meerschweinchen in der Folge an akuten Infektionen zu Grunde gehen, wie dies aufser aus meinen auch aus den Experimenten sehr vieler Autoren hervorgeht, und ferner erwägend, dafs durch die inokulierte Quantität sich eine gröfsere Wahrscheinlichkeit exakter und positiver Resultate unter den überlebenden ergibt, habe ich bei meinen Untersuchungen die endoperitoneale Inokulation in Gebrauch genommen.

Nachdem die in oben erwähnter Weise gesammelten Milchproben schnell ins Laboratorium getragen worden, wurde eine jede von ihnen im Verhältnis von 50 ccm pro Probe in 4 dicke und starke sterilisierte Versuchstuben verteilt und dann der Aktion der Centrifuge Vittoria durch 10 Minuten und bei einer Geschwindigkeit von ca. 4000 Umdrehungen in der Minute unterstellt.

Nach Entfernung der Eprouvetten von der Centrifuge wurde aus jeder von ihnen das Fett mit einem sterilisierten Platinalöffel gesammelt und in eine sterilisierte Petrische Schale gethan. Der Bodensatz wurde durch Dekantierung des Serums und Waschung der Eprouvette mit sterilisiertem Wasser in Mengen von 2—3 ccm gewonnen, bis das am Grunde ange-

1) Hygienische Rundschau, 1898, Nr. 2, S. 1081.

sammelte Material sich niederzuschlagen begann. Darauf wurde die Flüssigkeit in eine andere geeignete Schale gegossen.

In der ersten Versuchsreihe, die mit der in den Viehhaltungen und bei den Milchhändlern in der Stadt eingeholten Milch vorgenommen wurde, fand die Einimpfung der Meerschweinchen separat mit dem Fett sowie dem Niederschlag oder auch einer Mischung von Niederschlag und Fett nach allen Normen der Technik statt und die inokulierte Quantität jedes dieser Teile wechselte zwischen 10 und 15 ccm. Da jedoch alle nur mit Fett inokulierten Meerschweinchen in den ersten 48 Stunden an heftigster Peritonitis zu Grunde gingen, so beschränkte ich mich bei den anderen zwei Versuchsreihen, d. h. jenen, für die die aus den Rückständen der Rezipienten gesamten Milchproben sowie jene, die den Milchverkäufern bei ihrem Eintritt in die Stadt entnommen wurden, zur Verwendung gelangten, auf die gemeinsame Inokulation des Niederschlages und Fettes und zwar auf die Injizierung von je 2 Meerschweinchen per Probe.

Die Meerschweinchen wurden insgesamt nach ihrem Tode seziert und die einen längeren Zeitraum als 200 Tage überlebenden zwecks Sezierung getötet. Methodischerweise machte ich bei jedem die makroskopische Untersuchung zugleich mit der bakterioskopischen Erforschung des pathologischen Materiales, und in jenen Fällen, in denen ich mich gegenüber pathologischen Erscheinungen fand, welche auch nur entfernt Verdacht auf Tuberkulose ergaben, schritt ich auf folgende Weise zur Nachforschung nach dem specifischen Mikroorganismus.

Vor allen Dingen bereitete ich von dem verdächtigen und mit der gebotenen Technik gesammelten Material Kulturen auf allen Nährböden (Gelatine, Agar, Bouillon, Blutserum und glycerinisiertem Agar), wobei ich für die Serum- und Glycerinagar-Kulturen die für diejenigen des Tuberkelbacillus nötigen Vorsichtsmafsregeln in Anwendung brachte. Das Material selbst wurde ins subkutane Gewebe der linken Schenkel von 2 Meerschweinchen inokuliert und schliefslich unterm Mikroskop mit der specifischen Färbung des Kochschen Bacillus (Ziehl-Gabbetsche Methode) sowie mit der einfachen Färbung untersucht. Am Ende

wurde das, was vom Gewebe oder Knötchen überblieb, in Alkohol verhärtet und daraufhin mit dem Mikroskop studiert, wobei für die Durchschnitte aufser den übrigen auch die besondere Färbung (Methode Ziehl-Gabbet) gehandhabt wurde.

Diese Handlungsweise ist für die Feststellung der Tuberkulose in den inokulierten Meerschweinchen nicht überflüssig, ja selbst für die Ergebnisse der Nachforschungen verschiedener Autoren heutzutage unentbehrlich geworden. In der That — Petri[1]) und später Rabinowitsch[2]) haben es klargestellt — genügt der einfache Charakter des Widerstandes gegen die Entfärbung mit Mineralsäure nicht, denn es sind gegenwärtig auch aufser den Tuberkelbacillen noch solche bekannt, die sich hinsichtlich der Färbung gerade so verhalten wie der Kochsche. Aufserdem ist es nicht möglich, anzunehmen, dafs es sich wirklich um Tuberkulose handle, auch wenn solche den Säuren widerstehenden Bacillen sich in anatomisch-pathologischen Formen vorfinden, welche einige Ähnlichkeit mit der echten tuberkulären Form haben. In solchen Fällen können etliche anatomische Differential-Kennzeichen zwischen der Pseudotuberkulose und der wahren Tuberkulose von Nutzen sein, aber sie reichen nicht aus. So würden die Knötchen der wahren Tuberkulose in den umliegenden Geweben mehr infiltriert sein als jene der Pseudotuberkulose, welche sich leicht entkernen lassen. Aufserdem läfst sich unter dem Mikroskop bei den ersten Studien der wahren Tuberkulose die Infiltration der Leukocyten mit polymorphem Kern beobachten, unter denen die specifischen Bacillen bemerkbar sind, und die nach und nach einen wahren Knoten bilden, um den sich epithelioide Elemente und Zellen von endothelialem Charakter ablagern. Die Knötchen, welche sich bei der Pseudotuberkulose bilden, haben hingegen eine vorwiegend fibröse Struktur, aus Bindegewebe gebildet, das sich um ein Centrum nekrotischer Natur ablagert.

Da es jedoch Fälle gibt, in denen die histo-pathologische Forschung wegen der vorgeschrittenen Entartung des Gewebes

1) Zeitschrift f. Hygiene etc., Bd. XXVI, S. 90.

2) Hygienische Rundschau, 1897, S. 811, Nr. 17, 15. August.

unmöglich ist, ergibt sich alsdann die Notwendigkeit, zur Inokulation des verdächtigen Materiales unter die Haut anderer Meerschweinchen zu schreiten, da man die Reproduktion des Prozesses im Falle von Pseudotuberkulose nicht hat.

In meinen Untersuchungen habe ich keine dieser Proben in den Fällen, die mir einigen Zweifel erwecken konnten und die, wie man sehen wird, wenige waren, vernachlässigt.

Noch einer andern Erwägung habe ich Raum zu geben und das ist die, daſs bei der endoperitonealen Inokulation auſser den Meerschweinchen, welche, wie man weiſs, in den ersten 24 bis 48 Stunden zu Grunde gehen, andere innerhalb der ersten 2 Wochen sterben. Ist es annehmbar, daſs man in diesen Fällen Daten haben kann, welche uns berechtigen, Tod durch Tuberkulose anzuerkennen oder auszuschlieſsen? Ich habe in der Litteratur keine Fälle gefunden, in denen der Tod durch experimentelle Tuberkulose in weniger als 15 Tagen erzielt wurde, und glaube, daſs man dies höchstens dann haben kann, wenn man eine Inokulation mit groſsen Quantitäten Reinkultur ins Blut vornimmt. Mit der Inokulation der Milch hingegen kann sich das nicht ereignen; und auſserdem wäre es sehr schwierig, sicher abschätzen zu können, ob in solcher Epoche im toten Tiere sich tuberkulöse Läsionen zu zeigen beginnen, weil auſser dem Reste die gröſseren Läsionen, die im Peritoneum von den anderen Mikroorganismen der Milch hervorgebracht sind, sich als solche präsentieren, welche jene sicherlich noch geringen Läsionen verdecken, die der Kochsche Bacillus in so kurzer Zeit hervorruft. Es ist deshalb logisch, aus der Zahl der Versuche diejenigen auszuschlieſsen, welche mit Proben gemacht wurden, die den Tod der Tiere in einem Zeitraume von weniger als 15 Tagen zur Folge hatten.

Ich habe 46 Milchproben zum Versuch gestellt, mit denen ich 103 Meerschweinchen inokulierte. Von diesen wurden 9 mit einer Mischung von Fetten inokuliert und, wie ich schon gesagt habe, starben alle an heftigster Peritonitis innerhalb längstens 48 Stunden. Diese dienten als Beweis für die beschriebene Verteilung der Mikroorganismen, welche sich

bei der Centrifugation der Milch vollzieht und dafür, dafs das Fett von dieser den Mikroorganismen eine verstärkte Virulenz verleiht.

Von den anderen 94 überlebten 63 die 15 Tage und diese sind daher die einzigen, welche uns für die specielle Forschung von Nutzen sein können; und aus dem gleichen Grunde darf man nur 38 von den 46 inokulierten Proben in Betracht ziehen, da nur für 38 sich Meerschweinchen ergaben, welche die 15 Tage überlebten.

In keinem der inokulierten und toten oder getöteten (nach der oben erwähnten Zeit) Meerschweinchen habe ich Tuberkelbacillen angetroffen.

Wenn ich also bis jetzt meinen Experimenten diejenigen des Dr. Cappelletti anreihe, so mufs man sagen, dafs die an 74 Milchproben des Marktes von Padua vorgenommene Untersuchung niemals Tuberkulose ergeben hat. Und bei Ausschlufs derjenigen meiner Proben, in denen der Versuch durch den schnellen Tod der Tiere mifsglückte, bleiben 66 für die Tuberkulose inaktive Milchproben.

Durch bakteriologische Untersuchungen habe ich feststellen können, dafs der schnelle Tod des Meerschweinchens von diffuser oder lokalisierter peritonealer Infektion gegeben war, hervorgebracht wird von Varietäten vom B. coli, vom B. lactis aërogenes, von Staphilococcus aureus und albus. Diese Keime waren zuweilen allein, zuweilen vereint. An Zahl vorwiegend waren die Infektionen von B. coli und coliformi. Es kommen dann nach Häufigkeit in der Reihenfolge die Infektionen von Streptococcen.

Aus mehr oder minder grofsen und mehr oder minder zahlreichen Peritoneal-Abscessen habe ich fünfmal den Milchsäure-Bacillus isoliert, den ich wegen seiner Form und Unbeweglichkeit, wegen seiner kulturalen Eigenschaften und schliefslich, weil er die Milch schnell zum Koagulieren brachte, als solchen ansah.

Ich traf niemals Formen von Pseudotuberkulose an, wie sie von Petri zuerst und von anderen nach ihm beobachtet wurden, d. h. Knötchenformen, in deren Innern sich mit Leichtigkeit der

von Petri beschriebene oder ein anderer diesem ähnlicher Bacillus vorfindet. In einigen Meerschweinchen habe ich winzige knötchenförmige Abscesse vereinzelt oder gehäuft oder zwischen den Seiten des Mesentheriums oder in der Schichte der Leber oder des subkutanen Bindegewebes angefunden. Solche Knötchen waren von den tuberkulären sehr verschieden und in einigen Fällen gehörten sie schnell gestorbenen Meerschweinchen an, während ich von ihnen häufig den B. coli und in anderen Fällen Eiter-Staphylococcen oder in seltenen Fällen den B. lactis aërogenes isolierte.

Die Versuche, welche ich ausgeführt habe, dienen einerseits dazu, die von Cappelletti erzielten Resultate zu bestätigen, denen von einigen mangelhafte Methode vorgeworfen worden war, obschon die Centrifugation und Sedimentation der Milch und die Inokulation des Sediments und Fettes in die Peritonealhöhle der Meerschweinchen, wie sie Cappelletti gebrauchte, auch von allen anderen Autoren in Gebrauch genommen worden waren, welche positive Resultate wenigstens für eine gewisse Anzahl von Proben erhalten haben. Anderseits bestätigen die Schlüsse desselben, dafs die Milch des Marktes von Padua hinsichtlich der Tuberkulose wenig gefährlich ist.

* * *

Ohne zum entscheidenden, die Gegenwart der Tuberkelbacillen in der Milch eines gegebenen Marktes zeigenden Experimente zu greifen, können wir auch annähernd aus der Kenntnis der Häufigkeit der Tuberkulose in den geschlachteten Kühen, immer vorausgesetzt, dafs die zum Schlachthaus gelangenden Kühe von derselben Rasse derer seien, die in einer Lokalität die Milch liefern, und dafs sie auch der gleichen Region entstammen, Schlüsse ziehen.

Die Experimente, welche bis jetzt betreffs der Möglichkeit des Austrittes der specifischen Bacillen in der Milch in Beziehung zur Entwickelung und Lokalisation der Tuberkulose in den Milchkühen gemacht worden sind, entscheiden nichts für

die gegenteiligen Resultate, welche von den verschiedenen Untersuchen erzielt wurden. Ich möchte nicht weiter auf die bereits bekannten und negativen Noccards und anderer, noch auch auf jene positiven Bangs verweisen, welcher immerhin zum Schlufs kam, dafs nur zuweilen die Milch tuberkulöser Kühe den specifischen Bacillus enthalten kann, auch wenn die Euter kein Zeichen der Tuberkulose darbietet; die letzten, welche die vorliegende Frage studierten, waren die Rabinowitsch und Kempner[1]), welche mit der Milch von Kühen, die aufs Tuberkulin reagierten, ohne sichtbare äufsere Euter-Läsionen zu haben, die Tuberkulose in 66 von 100 Fällen erzielten; ferner Ostertag[2]), welcher bei Einimpfung der gleichen Qualität Milch, welche von 50 Kühen herstammte, in 51 Meerschweinchen die Tuberkulose nur in einem Meerschweinchen antraf; Ravenel M. P.[3]), welcher, indem er die Milch von Kühen in den oben citierten Konditionen mischte, die Tuberkulose in 15 vom Hundert der Fälle erhielt; Adami und Martin[4]), die schon weiter vorn citiert wurden, und die ihre Arbeit mit den Worten schliefsen, dafs die Bacillen der Tuberkulose selten in der Milch von Kühen mit nicht evidenter Euter-Tuberkulose oder bei solchen, die auf die Tuberkulin-Probe reagieren, erscheinen, und dafs die Milch dieser Kühe und in diesen Fällen nicht immer die Tuberkulose hervorbringt. Schliefslich erhielt auch Ascher[5]) zu Königsberg, welcher wiederholt die Milch von 7 Kühen, die aufs Tuberkulin reagiert hatten, einimpfte, bei den Versuchstieren niemals die Tuberkulose.

Diesen Untersuchungen könnte man die Beobachtung von Roger und Garnier[6]) anreihen, welche mit der aseptisch von

1) Deutsche mediz. Wochenschrift, 25. Mai 1899.

2) Ostertag, Zeitschrift f. Fleisch- und Milchhygiene, 1899.

3) Ravenel, M. P., Hygienische Rundschau, 1900, S. 217.

4) Adami und Martin, cit. Arbeit.

5) Ascher, Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh., 1899, Bd. XXXII, S. 329, cit. Arbeit.

6) Roger et Garnier, Bacille de Koch dans le lait d'une femme tuberculeuse. Semaine Médicale, 28 Février 1900, p. 77.

einer an Tuberkulose gestorbenen Frau — obschon die sorgfältige anatomisch-pathologische Beobachtung der Mammelle die Krankheit in diesem Organ nicht aufzuweisen vermochte — entnommenen Milch die Tuberkulose in zwei Meerschweinchen erzielten, unter gleichzeitiger Beobachtung, dafs der Sohn dieser Frau, welchen sie nur zwei Tage am mütterlichen Busen gesäugt hatte, im Alter von sechs Monaten an Tuberkulose verschied. Viele andere klinische und experimentelle Facta sprechen indessen (Acland, Koch, Bollinger, Fede N.) dafür, dafs dieses und einige andere Vorkommnisse, die sich in der Litteratur verzeichnet finden können, eine grofse Seltenheit der Übertragung der Tuberkulose auf das Kind mittels der Milch von tuberkulöser Säugerin darstellt.

Wir müssen also annehmen, dafs nicht immer die der Euter-Läsion ermangelnden tuberkulösen Kühe zur Hervorbringung der Krankheit geeignete Milch geben können; ja man kann sogar sagen, dafs sie dies nur selten thun; und der gröfsere Teil der Forscher, unter ihnen auch Koch, sind der Meinung, dafs der Durchgang der Keime in der Milch sich gewöhnlich nur in Fällen von Euter-Läsionen ergebe, und sie betrachten die gegenteiligen Facta als Ausnahmen oder solche, die von nicht immer gut bekannten oder erforschten pathologischen Konditionen herrühren. Nun bieten aber gemäfs den Statistiken der Tierärzte nur höchstens 5 oder 6 % der tuberkulösen Kühe Euter-Läsionen. Wenn, wie dies aus den Statistiken des Schlachthauses von Padua resultiert, nur 3 Prozent der geschlachteten Kühe die Tuberkulose zeigen, so ergibt sich, dafs ca. 2 vom Tausend in Padua durch die Eutertuberkulose gefährlich sind.

In Mailand dürfte die Statistik der Kühe mit Euterläsionen auf 6 pro Tausend der geschlachteten ansteigen in Ansehung des Umstandes, dafs das Verhältnis der tuberkulösen Kühe jenes Schlachthofes 10 vom Hundert beträgt; und daher wäre, während auch mit diesen Beobachtungen die Milch zu Padua als wenig gefährlich bezeichnet werden kann, wie dies die direkte bakteriologische Forschung zeigt, in Mailand hingegen die Gefahr gröfser.

In Neapel weist nach der von Spatuzzi[1]) dem in jener Stadt abgehaltenen Antituberkulose-Kongrefs vorgelegten Relation 1 % der im Schlachthof getöteten Tiere Zeichen von Tuberkulose auf und daher wäre die Gefahr in jener Stadt um so geringer, weil nur 0,6 oder 0,7 per Mille der Kühe die Eutertuberkulose aufzuweisen vermögen, was bis zu einem gewissen Punkte besser die negativen Resultate Montefuscos als die vorhin erwähnten von Marconi rechtfertigen würde.

* * *

Die bis jetzt direkt an den Milchproben des Marktes in Italien vorgenommenen Untersuchungen sind diejenigen von Cappelletti und die meinigen zu Padua, Montefusco und Marcone zu Neapel, Massone zu Genua, Rondelli zu Turin, Santori zu Rom, und indem man sie in Beziehung zu den Ergebnissen der die Tuberkulose betreffenden Statistiken bringt, lassen sie sich in die nachstehende Tabelle zusammenfassen:

Tabelle III.

Städte	Tuberkulose-Todesfälle auf 10 000 Einwohner		Todesfälle an Tabes meseraica auf 10 000 Einw.		Prozentsatz der als zur Hervorbringung der Tuberkulose geeignet befundenen Proben und Namen der Experimentatoren
	Jahre	Durchschnitt	Jahre	Durchschnitt	
Padua	1893—98	40,5	1892—97	3,21	Tonzig und Cappelletti 0.
Genua	»	29,7	1891—99	1,51	Massone 9 %.
Bologna	»	30,1	1891—97	0,96	Brazzola 0.
Neapel	»	32,2	1895—99	5,87	Montefusco 0.
Neapel	»	32,2	»	5,87	Marcone 25 %.
Turin	»	23,3	1890—96	0,95	Rondelli 2 %.
Mailand	»	30,1	1891—94	4,15	—
Rom	»	27,7	1893—98	2,70	Santori 6 %.
Pisa	»	36,7	»	3,11	De Rossi 0.

In Mailand wurde die Milch des Marktes noch nicht wie in den andern Städten untersucht; jedoch der hohe Prozentsatz der Rindertuberkulose, den man, wie vorhin gezeigt, in jenem Schlachthof hat, läfst vermuten, dafs die Milch auch verhältnismäfsig infiziert ist.

1) Relazione del Congresso contro la tubercolosi tenuto in Napoli dal 25—28 aprile 1900. Sezione I, seduta del 26 aprile ore 14. Riforma medica 1900, volume II.

Man sieht nun aus dieser Tabelle, dafs die Verbreitung der Eingeweide-Tuberkulose nicht immer mit dem Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung übereinstimmt; weil, wenn sie gering zu Bologna und zu Turin ist, wo die Gegenwart des Tuberkelbacillus in der Milch noch nicht oder nur in geringen Verhältnissen konstatiert wurde, dieselbe hingegen sich als bedeutend in Rom erweist, wo der Tuberkelbacillus nur in 6 vom Hundert der studierten Proben gefunden wurde, und bedeutender noch in Pisa und noch mehr in Padua, wo die vielfältigen und in ganz verschiedenen Epochen von zwei Forschern ausgeführten Untersuchungen des Tuberkelbacillus in der Milch negativ ausfielen. Und wenn sie anderseits ziemlich grofs in Genua ist, wo der Tuberkelbacillus in 9 vom Hundert der untersuchten Proben angetroffen wurde, und sehr grofs in Mailand, wo man annehmen kann, dafs die Milch sehr infiziert sei, da die Sterblichkeit an Tuberkulose bei den dort geschlachteten Kühen beträchtlich ist; die Sterblichkeit an Tabes meseraica ist sehr hoch in Neapel, wo wir einerseits das negative Resultat Montefuscos und die dem entsprechende Seltenheit der Tuberkulose in den geschlachteten Kühen haben, und anderseits den sehr beschränkten Gebrauch, den man in jener Stadt von der Kuhmilch macht, wo diese aufserdem oft genug von der Ziegenmilch ersetzt wird. Und wenn man auch die jüngst von Marconi erhaltenen Resultate in Rechnung stellt, welche, wenn in Gegensatz zu denen Montefuscos, sowie auch im Widerspruch mit den Statistiken jenes Schlachthofes sind, haben wir, wenn wir pflichtgemäfs das Mittel zwischen den Ergebnissen der beiden Experimentatoren ziehen, ein Verhältnis von ca. 13 pro Hundert; welches (unter Beiseitelassung des besagten geringen Milchverbrauches) nicht zur Erklärung der hohen Sterblichkeit an Tabes genügen würde (5,89 pro 10000 Einwohner), wenn man in Erwägung zieht, dafs man mit der Prozentualität von 9 vom Hundert zu Genua nur zu 1,51 Mortalität gelangt.

Und das, was sich aus dieser Tabelle ergibt, findet auch eine Bestätigung in der Verbreitung der Tabes meseraica in Italien, wie sie sich aus den Statistiken der Todesursachen

in Italien darstellt. Gemäfs diesen statistischen Daten hat man in der That das Ergebnis, dafs die mesenterische Tuberkulose allgemein da mehr in Provinzen verbreitet ist, wo der Nährgebrauch der Milch sehr beschränkt ist und wo meist in den wenigen Fällen, in denen man trinkt, hauptsächlich Ziegenmilch in Frage kommt, als in anderen Provinzen, wo von diesem Nährmittel reicher Gebrauch gemacht wird und wo man besonders Kuhmilch trinkt. Das ist in der That klar in der nachstehenden Tabelle erwiesen. In ihr finden sich zur Seite der Daten für die allgemeine Tuberkulose und ihre lokalen Manifestationen jene der Tabes meseraica nicht nur für dieselben Provinzen, wie sie in der vorhin erwähnten Tabelle Ruatas angegeben wurden, sondern auch dieselben für einige andere Provinzen und alle sind das Mittel von jenen, welche ich aus der Statistik der Todesursachen in den Jahren 1897—98 gezogen habe.

Die fettgedruckten Namen sind Provinzen, wo der Milchverbrauch beträchtlich ist; die übrigen sind Provinzen, wo der Verbrauch sehr gering ist und zumeist Ziegenmilch betrifft, und die Nummern drücken das Verhältnis zu 10000 Einwohnern aus.

Tabelle IV.

Provinz	Todesfälle an zerstreuter Tuberkulose und ihren lokalen Manifestationen	Todesfälle an Tabes meseraica	Provinz	Todesfälle an zerstreuter Tuberkulose und ihren lokalen Manifestationen	Todesfälle an Tabes meseraica
Como . . .	24,20	2,76	Foggia . .	15,86	4,66
Bergamo .	22,10	4,12	Lecce . .	18,92	6,11
Brescia . .	20,14	2,62	Benevento	12,00	3,62
Pavia . . .	16,21	1,95	Potenza .	11,00	2,60
Piacenza .	18,22	1,99	Neapel . .	18,71	4,80
Reggio Emilia	18,10	2,16	Girgenti .	13,51	1,99
Modena . .	21,30	2,88	Palermo .	13,93	1,86
Parma . .	21,15	2,20	Catania .	9,01	1,98
Perugia . .	17,05	3,34	Messina .	12,16	1,52
Aquila . .	18,90	5,42	Campobasso	14,21	4,35
Chieti . .	18,40	6,42	Bari . . .	16,28	7,32
Teramo . .	14,31	3,45	Avellino .	11,38	5,18

Schlüsse.

1. Sowohl die direkte bakteriologische Untersuchung als auch die Ergebnisse der Statistiken des Gemeindeschlachthofes ermächtigen zu der Annahme, dafs die Anwesenheit des Tuberkelbacillus in der Milch des Marktes von Padua, welche unter den italienischen Städten das traurige Primat der Tuberkulose hat, aufserordentlich selten ist.

2. Das Ergebnis der Suche nach dem Tuberkelbacillus in der Milch entsprach nicht immer in jenen Städten Italiens, wo bisher solche Untersuchung vorgenommen wurde, der Verbreitung der Eingeweide-Tuberkulose, d. h. jener Form, welche am allerleichtesten sich aus Nahrungsmitteln ergeben kann.

3. Aus den Statistiken ersieht man, dafs die Eingeweide-Tuberkulose dort nicht stärkere Verbreitung hat, wo der Verbrauch der Milch, und speziell der Kuhmilch, gröfser ist, noch dort, wo die Gesamtsterblichkeit für alle Tuberkuloseformen höher ist. Diese fehlenden Beziehungen zwischen der Gesamtsterblichkeit an Tuberkulose und Sterblichkeit an Eingeweidetuberkulose dienen unter anderem auch zur Entfernung des Zweifels, dafs in jenen Orten, wo der Verbrauch an Milch gering oder gleich Null ist, die Häufigkeit der Eingeweidetuberkulose von der Infektion mit der Milch tuberkulöser Mütter herrühren könne, ein Zweifel, der sich aus der Thatsache ergeben könnte, dafs sowohl in jenen Orten, wo die absolute oder neben der Muttermilch aushilfsweise künstliche Milchzufuhr häufig ist, als auch in jenen, wo dies selten ist, die Intestinaltuberkulose besonders häufig in den frühesten Lebensperioden ist und schnell mit dem Ansteigen des Alters abnimmt.

4. Wenn man diesem allen nun anfügt, dafs trotz Ausschlusses aller Kühe, die auf das Tuberkulin reagiert hatten, aus den Kuhhaltungen, in Rom sich nach vier Jahren keinerlei Variation im Prozentsatz der Tuberkulosesterblichkeit (Gualdi) ergab, so resultiert, dafs, wenn schon nicht die Gefahr geleugnet werden kann, welche aus der möglichen Anwesenheit des Tuberkelbacillus in

der Milch herrührt, doch diese, gewifs zu schätzbarem hygienischen Zwecke, übertrieben worden ist.

5. Wenn man aufserdem erwägt, dafs die Marktmilch das Ergebnis der Mischung der Milch von verschiedenen Kühen eines der verschiedenen Ställe ist, und dafs die kaum aus dem Organismus getretenen Tuberkelbacillen sich zumal bei der Temperatur der Umgebung nicht vermehren, so schliefst man, dafs durch die Verdünnung, die in dieser Weise die etwa mit Kochschen Bacillen infizierte Milch erleidet, die Gefahr geringer ist, als sie in Wirklichkeit erscheint. Und solche Gefahr verringert sich vor allen Dingen darum, weil die Infektion durch die Verdauungswege nach nahezu einstimmiger Anschauung schwieriger ist; und zweitens weil gegenwärtig vielleicht mehr als die Hälfte der Milch nach erfolgtem Kochen verbraucht wird, wie dies in vielen Privathäusern, in den Cafés und in fast allen Kollektivbehausungen (Konvikten, Hospitälern, Waisenhäusern u. ä.) der Fall ist.

Auf jeden Fall, soviel man die Gefahr der Übertragung der Rindertuberkulose auf den Menschen auch übertrieben heifsen möge, zumal an gewissen Orten, besteht dieselbe dennoch in ernster Weise, wenn man für lange Zeit immer die Milch ein und derselben Kuh zu sich nimmt. Und aus diesem Grunde mufs einerseits eine rigoröse sanitäre Überwachung für den Handel obwalten und anderseits ein Interesse seitens der Ärzte, Lehrer und Munizipalbehörden für eine Propaganda, welche auch im Hinblick auf andere mögliche Infektionen darauf abzielt, dafs die Milch nie anders als nach einem Abkochen von wenigstens 10 Minuten genossen werde.

So rigoros nun auch die sanitäre Überwachung sei, so glaube ich im Anschlufs an meine vorliegende Studie nicht, dafs sie sich bis zu Mafsregeln zu erstrecken habe, welche sehr belästigend und kostspielig werden können und deshalb der Rinderzucht schädlich werden, ohne doch, wie sich in Rom zu ergeben scheint, für die öffentliche Gesundheit einen wirklichen und beachtenswerten Fortschritt zu ergeben. Und wenn man auch nie aufhören darf, den Rindviehzüchtern alle jene Mittel anzu-

raten, die, auch in ihrem Interesse, dazu dienen, die Tuberkulose von ihren respektiven Herden fernzuhalten, eine Sache, die, wie es scheint, in Dänemark Erfolg gehabt hat, so genügt es nach meiner Meinung, sich auf die Überwachung der Ställe der Milchkühe in der Gemeinde zu beschränken, in denen sich der Gemeindetierarzt, der sie häufig zu besuchen hat, mit jedem diagnostischen Mittel von der Gesundheit der einen oder andern Kuh, die verdächtige Symptome darbietet, überzeugen und diejenigen ausscheiden kann, die sich ihm als tuberkulös ergeben.

Über die Verbreitung und künstliche Übertragung der Vogelmalaria.

Von

Dr. **von Wasielewski,**
Stabsarzt.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Unter den malariaähnlichen Parasiten der Vögel darf Cytosporon malariae in erster Linie das Interesse der Ärzte beanspruchen. Die Ähnlichkeit der Morphologie und Biologie der Gattung Cytosporon[1]) mit der beim Menschen schmarotzenden Gattung Plasmodium ist so weitgehend, dafs die genaue Kenntnis einer Gattung für die Erforschung der anderen die besten Anhaltspunkte bietet. Führte doch auch der von Rofs erbrachte Nachweis, dafs die Gattung Cytosporon durch eine Culexart von kranken auf gesunde Vögel übertragen werden kann, zu der Entdeckung, dafs die Malariaparasiten des Menschen durch Mücken der Gattung Anopheles verbreitet werden. Für Forschungs- und Lehrzwecke wird deshalb die gründliche Kenntnis dieser Vogelblutschmarotzer noch lange Zeit grofse Bedeutung behalten, besonders in den Ländern, in welchen das Auftreten der Malariainfektion beim Menschen zu den Seltenheiten gehört.

Auf die grofse Ähnlichkeit und die nahe Verwandtschaft dieser Parasitenformen zuerst nachdrücklich hingewiesen zu haben, ist das Verdienst Danilewsky's. Wenn es ihm auch nicht gelang, die mannigfaltigen Stadien der beobachteten Blutschmarotzer richtig zu kombinieren, so enthalten seine Veröffent-

1) Dieser Name, welcher zuerst von Danilewsky angewandt wurde (Annales de l'Institut Pasteur, Bd. V), besitzt vor der Bezeichnung Proteosoma die Priorität.

lichungen zahlreiche wichtige Beobachtungen, deren Bedeutung und Exaktheit zum Teil erst jetzt gröfserem Verständnis begegnen. Glücklicher waren in dieser Beziehung Grassi und Feletti, von welchen diese Parasiten zur Gattung Haemamöba gerechnet wurden, ein Name, der nach zoologischen Nomenklaturregeln als Synonym zu Plasmodium fortfallen mufs. Ihre Untersuchungen ermöglichten die Trennung dieser Schmarotzer von der anscheinend viel verbreiteteren Parasitengattung Haemoproteus (Synonym: Halteridium).

Durch einen Irrtum Labbé's ist die Bezeichnung Haemoproteus (Kruse) als synonym mit seinen beiden Gattungen Halteridium und Proteosoma aufgefafst worden. Davon kann meines Erachtens nicht die Rede sein.

Eine Besichtigung der von Kruse (1890) seiner Abhandlung beigefügten Tafel zeigt keine einzige Parasitenform, welche für die von Danilewsky (1891) als Cytosporon, von Grassi und Feletti (1890) als Haemamöba, von Labbé (1894) als Proteosoma ausführlich beschriebenen Parasiten charakteristisch wäre. Dagegen stimmen die vorzüglich ausgeführten Abbildungen sämtlich mit dem typischen Befund bei Halteridium überein; vor allem lassen sie alle den Kern des roten Blutkörperchens in seiner normalen Stellung in der Längsachse und wachsen neben dem Kern bis zur Länge des roten Blutkörperchens aus, während für Cytosporon die Verdrängung des Kernes und die Lagerung an einem Pol der Wirtszelle sowie die kugelige oder polygonale Form auch bei den erwachsenen Individuen die Regel ist. Schliefslich konnte Kruse bereits die Entstehung der beweglichen Würmchen im Präparat beobachten, ein Vorgang, der ihm in seiner Bedeutung nicht klar war, aber ebenfalls dafür spricht, dafs die von ihm untersuchten Schmarotzer mit der Gattung Halteridium und nicht mit der Gattung Cytosporon identisch sind. Denn wie Koch ausdrücklich hervorhebt und wie ich nach zahlreichen Versuchen bestätigen kann, gelingt es nur bei der ersten, nicht aber bei der letztgenannten Gattung, die Befruchtung und ihr Ergebnis, nämlich die Entstehung der beweglichen Ookineten im Präparat zu beobachten. Deshalb mufs auch der von Kruse 1890 geschaffene Name Haemoproteus wieder für die später durch Labbé (1894) als Halteridium bezeichneten Parasiten verwendet werden.

Verbreitung von Cytosporon malariae.

Über die Verbreitung dieser Schmarotzer in der Vogelwelt gibt Labbé (1899, S. 80) eine Zusammenstellung der bis zum Jahre 1897 einschliefslich veröffentlichten Funde. Danach sind die Parasiten in Italien bei Turmfalken (F. tinnunculus), Bussard (Buteo vulgaris), Krähen (Corvus cornix), Sperlingen (Passer domesticus, P. montanus, P. hispaniolensis), Lerchen (Alauda arvensis), Tauben (Columba livia); in Frankreich bei Finken (Fringilla coelebs) und Feldlerchen (Alauda arvensis) beobachtet worden. Seine Angabe, dafs sie auch in Deutschland (Weimar) beim Bussard (Buteo buteo) vorkommen, findet in den wohl allein in Betracht kommenden Veröffentlichungen L. Pfeiffer's keine Bestätigung; dieser Autor stellt vielmehr ausdrücklich fest, dafs es ihm nie gelungen sei, die Gänseblümchenformen der Blutschmarotzer aufzufinden (L. Pfeiffer, Protoz. Krankh. ed. 2. p. 89). Diese für die Bestimmung der Parasiten neben der charakteristischen Kernverdrängung hauptsächlich mafsgebenden Stadien, sind auch bei anderen von Labbé angeführten Wirtstieren nicht beschrieben. So geht aus den Beschreibungen von Grassi und Feletti deutlich hervor, dafs sie bei der Haustaube (Columba livia) nur den Haemoproteus danilewskyi gefunden haben, während es als mindestens zweifelhaft bezeichnet werden mufs, ob der von ihnen bei der Rohrweihe (Circus aeruginosus) und beim Würger (Lanius collurio) gefundene Parasit zur Gattung Cytosporon zu rechnen ist. Ebenso konnte ich eine deutliche Schilderung einer Infektion mit Cytosporon bei Falko tinnunculus (Rom), Lanius excubitor, L. rufus, L. minor, Pernis apivorus, Pandion haliaetus, Milvus migrans, Asio otus, Colaeus monedula in der von Labbé citierten Litteratur nicht finden.

Ziemann (1898) konnte bei seinen Blutuntersuchungen die hier in Frage kommenden Parasitenformen, welche er (a. a. O. Seite 109) als Typus C bezeichnet, in Deutschland (bezgl. auf Helgoland) nicht nachweisen, hat dieselben dagegen einmal in Pavia bei einem Kirschkernbeifser (Coccothraustes vulgaris) und zweimal in Crema bei Grünlingen (Chloris chloris) festgestellt.

Koch (1899) hat in Italien die Parasiten aufser bei Sperlingen beim Stieglitz (Fringilla carduelis) nachgewiesen; offenbar handelte es sich auch bei den von Frosch in deutschen Sperlingen gefundenen Parasiten um dieselbe Infektion. Ruge (1901) teilte mit, dafs es ihm gelungen sei, in Sperlingen, welche bei Weifsensee gefangen waren, häufig, bis zu 30 % der gefangenen Tiere, die Parasiten zu beobachten.

Die von Frosch und Ruge mitgeteilten Fälle von Cytosporon-Infektion scheinen in der That die ersten zu sein, welche in Deutschland zur Veröffentlichung gelangten. Es ist deshalb wohl nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, dafs das Vorkommen der Parasiten in Deutschland weder so selten, noch auf Sperlinge beschränkt ist, wie es nach den bisherigen Litteraturangaben scheinen könnte.

Schon im Jahre 1899 war es mir während meiner Kommandierung zum Hygienischen Institut der Universität Halle gelungen, die Infektion bei der Goldammer (Emberiza projer), beim Grünling (Fringilla chloris), sowie bei einer Eule (Strix otus) aus der Umgebung von Halle nachzuweisen. Im Laufe der auf Veranlassung von Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Rubner im Vorjahr in Berlin wieder aufgenommenen Untersuchungen zeigten sich aufser Sperlingen auch Goldammern (Emberiza projer) und Buchfinken (Fringilla coelebs) natürlich infiziert.

Ruge (1901) hat in seiner Veröffentlichung eine Zusammenstellung gegeben, aus welcher die Prozentzahl der infizierten Sperlinge aus der Umgebung von Weissensee in den verschiedenen Monaten hervorgeht; dieselbe wäre noch wertvoller, wenn auch die Zahl der untersuchten Tiere mitgeteilt worden wäre. In seiner Übersicht befinden sich zwei Lücken. Zufälligerweise sind von mir gerade in den Monaten, in welchen Ruge aus äufseren Gründen seine Untersuchungen aussetzen mufste, gröfsere Mengen von Sperlingen untersucht worden. Dieselben stammen zwar nicht von demselben Fundort, scheinen aber trotzdessen geeignet. zur Ergänzung zu dienen. Im Juli und August untersuchte ich 40 Sperlinge aus Treptow, von denen 5 = 12,5 % infiziert waren, Von 16 im März 1901 in Rixdorf (Köllnische Wiesen) gefangenen

Sperlingen hatten zwei Exemplare, also ebenfalls etwa 12 $^{0}/_{0}$, Parasiten in spärlicher Anzahl. Diese Zahlen passen völlig in die von Ruge veröffentlichte Tabelle.

Die Verbreitung von Cytosporon malariae ist demnach bisher folgendermafsen festgestellt:

In Deutschland bei	Emberiza projer (Halle, Berlin),	
	Fringilla chloris (Halle, Berlin),	
	Fringilla coelebs (Berlin),	
	Passer domesticus bzgl. P. montanus. (Berlin),	
	Strix otus (Halle);	
in Frankreich bei	Alauda arvensis,	
	Fringilla coelebs;	
in Italien bei	Athene noctua	zweifelhaft: bei Lanius collurio, Circus aeruginosus
	Passer hispaniolensis	
	Coccothraustes vulgaris	
	Fringilla coelebs	
	„ carduelis	
	„ chloris	
	Emberiza projer	
in Südrufsland bei	Corvus corvus (Charkow),	
	„ fructilegus (Charkow),	
	Garrulus glandarius (Charkow),	
	Pica caudata (Charkow);	
in Indien bei	Passer spec.	

Die Gründe, welche eine noch weitere Verbreitung der Parasiten wahrscheinlich machen, werden am Schlusse der Arbeit genannt werden.

Die künstliche Übertragung von Cytosporon malariae.

Nachdem schon vor der Entdeckung des Erregers der menschlichen Malaria die Übertragbarkeit der Krankheit durch Verimpfung von Blut und Herpesbläscheninhalt durch Gerhardt nachgewiesen und später ähnliche Versuche italienischer Forscher zur Erkenntnis geführt hatten, dafs es in der That verschiedene

Formen des Parasiten gebe, von denen jede einen bestimmten Fiebertypus erzeugt, lag es nahe, auch für das Studium der Vogelblutparasiten das Impfexperiment zu verwerten.

Die ersten Versuche in dieser Richtung wurden von Celli und Sanfelice (1891) angestellt. Dabei scheint es sich auch um die Übertragung von Cytosporon malariae gehandelt zu haben. Celli und Sanfelice impften infiziertes Lerchenblut auf zwölf gesunde Lerchen und konnten bei drei derselben nach 5 Tagen das Auftreten von Blutparasiten »mit schneller Entwicklung«, also doch wohl mit Teilungsformen, beobachten. Dagegen schlug die Impfung bei dem Steinkauz fehl, obwohl auch hier Parasiten mit schneller Entwicklung zur Übertragung verwendet wurden. Die mit Tauben vorgenommenen Versuche kommen hier nicht in Betracht, da es sich bei denselben sicher nicht um Cytosporon handelte.

Diese Ergebnisse fanden jedoch keine Anerkennung; insbesondere gelangte Mattei zu anderen Resultaten.

Im gröfseren Umfange wurden die Blutübertragungen durch R. Koch (1899) und seine Mitarbeiter vorgenommen. Er berichtet (S. 12), dafs R. Pfeiffer durch Einspritzung von verdünntem Blut infizierter Vögel in den Brustmuskel von römischen und deutschen Sperlingen ohne Ausnahme, doch in sehr verschiedenem Grade, eine Erkrankung der geimpften Tiere herbeiführen konnte. Als Ausgangsmaterial wurden die Parasiten aus dem Blut von Stieglitzen (Fringilla carduelis) und Sperlingen (Passer spec.) aus der Umgebung von Rom benutzt. Das Incubationsstadium dauerte meistens bis zum vierten Tage. Die Höhe der Krankheit trat zu sehr verschiedener Zeit ein, gewöhnlich aber nicht vor dem 14. Tage. Dann fingen, sofern die Krankheit nicht tödlich verlief, die Krankheitserscheinungen langsam an, abzunehmen und nach 3—4 Wochen waren die Vögel wieder völlig gesund.

Bei mehr als hundert geimpften Kanarienvögeln gelang Koch die Infektion stets. Auch hier betrug die Inkubation etwa vier Tage, dagegen verlief die Krankheit schneller und schwerer als bei Sperlingen. Die Höhe der Krankheit fiel auf den 8.—10.,

die Abnahme der Parasiten auf den 12. und das Verschwinden der Parasiten auf den 14. Tag. Die »scharf begrenzte Dauer der Krankheit bei Kanarienvögeln« veranlaſste zur Prüfung der der Frage, ob danach eine Immunität aufgetreten sei. Zwölf Tiere erhielten 4 Wochen nach überstandener, Infektion eine zweite reichliche Einspritzung von parasitenhaltigem Blut. Danach blieben zehn Vögel ganz gesund und es konnten niemals Parasiten in ihrem Blut nachgewiesen werden. Zwei Vögel erkrankten leicht. »Es zeigte sich also, daſs nach überstandener Proteosomenkrankheit[1]) eine ganz ausgesprochene Immunität zurückbleibt.«

Die Übertragung gelang Koch auch bei Stieglitzen, Kreuzschnäbeln, Rotkehlchen, welche letztere jedoch nur in sehr geringem Grade erkrankten. Alle übrigen Vogelarten, namentlich Tauben, verschiedene Drosselarten, Krähen, Buchfinken, mehrere Meisenarten, Lerchen, Neuntöter, sowie schlieſslich ein Affe widerstanden der Infektion.

Von Ruge (1901) wurden, ebenfalls im Institut für Infektionskrankheiten, Untersuchungen über das deutsche Cytosporon angestellt. Dabei glaubte er einen morphologischen Unterschied der deutschen und italienischen Parasiten während ihrer Entwicklung in der Mücke nachweisen zu können. Er verfolgte vorwiegend das Schicksal der Parasiten in der Mücke und kam dabei zu bemerkenswerten Schlüssen.

Seine experimentellen Versuche zeigten ihm, daſs sich nur ein Teil der Sichelkeime länger als $1^1/_2$ Monat lebend in den Speicheldrüsen der Mücken halten könne. »Ob die Sichelkeime aber in den Speicheldrüsen überwintern können, läſst sich aus diesen Befunden nicht feststellen.«

Die Häufigkeit der Cytosporon-Infektion während der verschiedenen Monate veranlaſste ihn jedoch zu der Annahme, daſs ein Teil der Sichelkeime in den Mücken überwintert. »Diese Wintermücken müssen es also sein, die die Sperlinge infizieren.

1) In R. Kochs Veröffentlichung ist noch der von Labbé vorgeschlagene Name angewendet worden, welcher aus Prioritätsrücksichten durch die Bezeichnung Cytosporon zu ersetzen ist.

Denn Rückfälle können die vom Februar bis April beobachteten Proteosoma[1])-Erkrankungen nicht sein, weil eine einmalige Erkrankung Immunität hinterläfst.«

Eigene Versuche.

Als es im Laufe der Untersuchungen von Vogelblutparasiten gelang, im Blut eines Buchfinken (Fringilla coelebs) zahlreiche Exemplare von Cytosporon nachzuweisen, wurde die Übertragung der Parasiten auf drei Finken (zwei Buchfinken, ein Bergfink) vorgenommen. Der erst seit einem Tage gefangene Vogel zeigte schwere Krankheitserscheinungen, so dafs er getötet und seciert wurde. Dabei stellte sich heraus, dafs neben der Blutinfektion eine sehr schwere Darmcoccidiose vorlag. Im Herzblut, welches zur Impfung benutzt wurde, fanden sich zahlreiche Teilungsformen der Blutparasiten.

Da sich in den bisherigen Veröffentlichungen eine Beschreibung der Impftechnik nicht vorfand, wurde versuchsweise eine Aufschwemmung des Blutes in steriler Nährbouillon hergestellt und hiervon den Impftieren mit steriler Spritze je 0,3 ccm in den Brustmuskel gespritzt. Von den drei Impftieren waren zwei Buchfinken. seit vier Wochen beobachtet und stets frei von Blutparasiten gefunden worden; der erst seit zwei Tagen in Beobachtung befindliche Bergfink war ebenfalls anscheinend nicht infiziert. Die mikroskopische Untersuchung der Bouillon-Blutaufschwemmung ergab keine nennenswerten Veränderungen an den roten Blutkörperchen und den in geringer Zahl nachweisbaren Parasiten.

Die an den folgenden Tagen sorgfältig vorgenommene Blutuntersuchung liefs, auch an dem erst vor kurzem in Beobachtung genommenen Bergfink, Parasiten bis zum 10. Tage nicht entdecken. Einer der Buchfinken war am 6. Tage nach der Impfung einer Coccidien-Infektion erlegen; bei der Sektion wurde vergeblich im Herzblut, Milz und Knochenmark nach Schmarotzer gesucht. Der Übertragungsversuch schien somit gescheitert zu

1) Siehe Anmerkung S. 74.

sein, da in den gelungenen Versuchen von R. Pfeiffer innerhalb dieser Zeit schon Parasiten gefunden waren. Als jedoch am 21. Tage nochmals eine Blutprobe untersucht wurde, waren sehr zahlreiche und zwar meist runde, schwach pigmentierte, endoglobuläre Parasiten vorhanden, wenig freie Sphären.

Nachdem sich die Versuchsanordnung bewährt hatte, wurden mit dem Blute beider Finken eine Reihe verschiedener Vogelarten geimpft, um festzustellen, ob die Finkenblutparasiten sich auch auf andere Wirtstiere übertragen liefsen. Die Übertragung gelang auf Girlitze, Kanarienvögel, Lerchen, russische Stieglitze. Bei einem geimpften Sperling, welcher am 3. Tage nach der Impfung starb, fanden sich im Herzblut Schmarotzer; ob das eine Folge der Impfung oder eine Folge früherer Infektion war, ist schwer zu entscheiden. Die von Koch und Ruge gemachte Erfahrung, dafs die Parasiten sich vom Sperling auf Kanarienvögel übertragen lassen, bestätigte sich auch bei meinen Versuchen.

Die genaue Feststellung der Inkubationsdauer begegnet grofsen Schwierigkeiten. Die Durchmusterung der Blutpräparate auf das Vorhandensein einzelner Parasiten ist sehr zeitraubend, die Möglichkeit, ein junges schwachpigmentiertes Exemplar zu übersehen, auch bei sorgfältigster Untersuchung nicht auszuschliefsen. Für die Übertragung deutscher Parasiten durch Bluteinspritzung teilt Ruge die Inkubationsdauer nicht mit. Für die italienischen gibt Koch an, dafs sie vom 4. Tage an in geimpften Kanarienvögeln gefunden wurden.

In der Regel gelang bei meinen Versuchen mit Kanarienvögeln der Nachweis erst später und zwar einmal am 7., zweimal am 8., einmal am 9. Tag. Wiederholt wurden bei sorgfältigster Untersuchung am 12. Tag Parasiten noch vermifst, während sie später doch auftraten. Versuch IX zeigt, wie auch nach dem ersten Nachweis spärlicher Parasiten am 11. Tag nach der Impfung die Zahl derselben an den folgenden Tagen nur sehr langsam zunahm, so dafs erst am 14. Tage die Anwesenheit zahlreicher Blutschmarotzer festgestellt werden konnte. Als am 10. Tag nach der Impfung ein Vogel (Kanarienweibchen Nr. 72), in dessen Flügelvenenblut nur sehr spärlich Parasiten

gefunden waren, getötet wurde, konnten auch im Herzblut und in den Organen nur sehr wenig Blutzellschmarotzer nachgewiesen werden.

Für das schnellere oder langsamere Auftreten der Parasiten im Kreislauf könnte die Zahl der übertragenen Parasiten, das Entwicklungsstadium derselben und schliefslich der Zustand der Impftiere verantwortlich zu machen sein. Obgleich genaue vergleichende Beobachtungen hierüber noch nicht vorliegen, ergiebt sich doch aus meinen Tabellen, dafs der erstgenannte Faktor die Hauptrolle spielt. Freilich dürfen die Mengenunterschiede hier nicht zu klein gewählt werden, um deutliche Verschiebungen der Inkubationszeit zu gewinnen. Als von demselben, sehr reichliche Mengen von Parasiten enthaltenden Blut zwei Tieren 0,01 ccm, zwei anderen 0,002 ccm, also ein Fünftel der ersten Dosis, eingespritzt wurden, traten die Parasiten noch bei allen vier Tieren gleichzeitig am 4. Tag auf. Die Impfung von gleichen Blutmengen aus verschiedenen Krankheitsstadien ergab zwar wahrnehmbare Verschiebungen im Auftreten der Parasiten. Dieselben sind jedoch wahrscheinlich auf die grofsen Unterschiede in der Zahl der übertragenen Parasiten zurückzuführen. Im Versuch XI enthielt das zur Impfung benutzte Blut von Kan. W. 15 (seit 14 Tagen infiziert) sehr zahlreiche Parasiten in verschiedenen Stadien. Dagegen waren im Blut von Kanarienvogel 27 (seit mehr als 9 Monaten infiziert) nur sehr spärliche Schmarotzer; es konnten in einem Präparat nur zwei kleine, schwach pigmentierte Parasiten nachgewiesen werden. Von beiden Blutproben wurden gleiche Mengen und Verdünnungen verimpft. Als in den mit parasitenarmem Blut geimpften Tieren sich die ersten Spuren einer Infektion am 10. Tage erkennen liefsen, befand sich bei den anderen Impftieren die Infektion schon auf der Höhe. Dies Höhestadium, charakterisiert durch die Anwesenheit zahlreicher Parasiten in jedem Gesichtsfeld, worunter Mehrlingsinfektionen nicht selten waren, trat bei dem zuerst genannten Ausgangsmaterial erst 10 Tage später auf.

Die pathogene Bedeutung der Infektion war in ihrem ganzen Umfang schwer zu übersehen, weil ein grofser Teil der

geimpften Vögel gleichzeitig an Darmcoccidiose litt. Ein Urteil darüber, welche Krankheit schliefslich den Tod herbeiführte, kann deshalb nur bei einem Teil der Versuchstiere abgegeben werden. Über die Coccidieninfektion soll später berichtet werden; der Nachweis der Diplospora lacazei, welche ausschliefslich beobachtet wurde, ist nicht immer leicht, besonders wenn die charakteristischen Dauerformen noch nicht oder nur spärlich ausgebildet sind.

Ein Teil der Vögel erlag zweifellos der Blutinfektion. Hier konnte trotz sorgfältigster Untersuchung die Anwesenheit von Darmcoccidien nicht festgestellt werden. Dagegen wies die enorme Anzahl der Blutparasiten, die Vergröfserung der schwarzgefärbten Milz und Leber ohne weiteres auf die Todesursache hin. — Anderseits konnte bei einigen Tieren neben spärlichen Blutparasiten eine so weitgehende Zerstörung des Darmepithels durch die Coccidieninfektion nachgewiesen werden, dafs der Tod mit grofser Wahrscheinlichkeit auf die letztere zurückgeführt werden kann.

Von besonderem Interesse war es, das Verschwinden der Blutparasiten aus dem rollenden Blut zu verfolgen. Koch und seine Mitarbeiter machten die Erfahrung, dafs bei den für die Infektion sehr empfänglichen Kanarienvögeln am 12. Tage die vorher sehr zahlreichen Parasiten bereits selten wurden und vom 14. Tage ab verschwanden. Die scharf begrenzte Dauer der Krankheit veranlafste sie, die Tiere nach überstandener Krankheit auf eine etwa vorhandene Immunität zu prüfen. »Es ist dies an zwölf Tieren versucht. Sie erhielten 4 Wochen nach überstandener Infektion eine zweite reichliche Einspritzung von Proteosomenblut. Darnach blieben zehn Vögel ganz gesund und es konnten niemals Parasiten in ihrem Blut nachgewiesen werden. Zwei Vögel erkrankten leicht. Es zeigte sich also, dafs nach überstandener Proteosomenkrankheit eine ganz ausgesprochene Immunität zurückbleibt.« (Koch a. a. O. S. 13).

Ruge scheint bei seinen Untersuchungen mit den deutschen Parasiten ähnliche Erfahrungen gemacht zu haben wie Koch mit den italienischen. Er bemerkt (1901, S. 191), dafs bei Kanarienvögeln, welchen parasitenhaltiges Blut eingespritzt wurde,

der von R. Koch beschriebene Krankheitsverlauf von 12 Tagen eintrat. Wurden die Tiere aber von infizierten Mücken gestochen, »so verlief die Krankheit chronisch und dauerte durchschnittlich 4 Wochen.« Danach scheint auch Ruge wesentlich später die Parasiten nicht mehr im Blut seiner Impftiere angetroffen zu haben. Auch bei Sperlingen nimmt Ruge einen kurzen Verlauf der Krankheit an. Er schreibt (S. 191) bei Erörterung der Frage, ob die Sichelkeime in den Mücken überwintern: »Denn Rückfälle können die vom Februar bis April beobachteten Proteosoma-Erkrankungen nicht sein, weil eine einmalige Erkrankung Immunität hinterläfst.« — Es leuchtet ohne weiteres ein, dafs der Nachweis einer so ausgesprochenen Immunität bei der Vogelmalaria auch für die Auffassung und Annahme einer Malaria-Immunität beim Menschen ins Gewicht fallen müfste.

Bei meinen Versuchen an Finken und Stieglitzen fiel zunächst auf, dafs bei diesen Tieren der Nachweis von Blutparasiten bis zum Tode der Impflinge möglich war. Zwar nahm die Zahl der Blutparasiten im Laufe der Wochen ab, so dafs das Auffinden derselben besonders bei Tieren, welche mehrere Monate in Beobachtung blieben, sehr mühsam wurde. Schliefslich konnten aber doch in den meisten Präparaten 1—2, bisweilen kleine schwach oder gar nicht pigmentierte Blutschmarotzer nachgewiesen werden. Nur ein Tier liefs im 7. Monat nach der Impfung die Schmarotzer während einiger Tage vermissen. Beim Tode dieser Tiere, welcher einmal nach 25 Tagen, häufiger nach Monaten eintrat (ein Buchfink blieb 9, ein anderer 11 Monate in Beobachtung), waren im Herzblut regelmäfsig viel gröfsere Mengen von Parasiten vorhanden, als nach dem spärlichen Befunde der vorhergehenden Untersuchungen des Flügelvenenblutes erwartet werden konnte. — Als aufsergewöhnlicher Befund für den vorläufig jede Erklärung fehlt, soll erwähnt werden, dafs ein Grünfink erst im 7. Monat nach der Impfung die ersten spärlichen Parasiten zeigte, und dafs beim Tode (10 Monate nach der Impfung) der Parasitengehalt des Herzblutes, sowie der Pigmentgehalt von Milz und Leber eine schwere Malariainfektion zu erkennen gab.

Die lange Anwesenheit der Parasiten im Blut der Finken und Stieglitze bewies, dafs auch diese Infektion einen chronischen Verlauf nehmen kann, wie das bei den hantelförmigen Parasiten (Haemoproteus) die Regel ist. Es ergab sich weiter, dafs auf die Erwerbung einer Immunität bei den genannten Vogelarten nicht zu rechnen sei.

Diese Erfahrungen waren der Anlafs, bei den Impfungen der Kanarienvögel besonders sorgfältig auf das Verschwinden der Blutparasiten zu achten, um festzustellen, ob nicht auch hier ein chronischer Verlauf, sowie die Schwierigkeit des Nachweises der Parasiten eine Heilung der Krankheit vortäuschen könne.

Zunächst bestätigten meine Versuche die von Koch mit den italienischen Parasiten gemachten Erfahrungen vollständig. Im Verlauf der dritten Woche nach der Impfung nahm ihre Zahl beträchtlich ab; allmählich — und zwar schwankte dieser Zeitpunkt je nach der Zeit des früheren oder späteren Auftretens der Parasiten nach der Impfung — verschwanden sie völlig im rollenden Blut. Eine Zeitlang schien infolgedessen das Impfexperiment aus Mangel an Übertragungsmaterial unterbrochen zu sein, bis die an den Finken gemachten Erfahrungen zu erneuter sorgfältiger Prüfung den Anlafs gaben. Dabei stellte sich heraus, dafs mit wenigen Ausnahmen sämtliche Kanarienvögel noch Parasiten besafsen, wenn auch ihr Nachweis mit besonderen Schwierigkeiten verbunden war oder tagelang mifsglückte. Die hierbei aufgefundenen Stadien waren meist klein oder mittelgrofs, wenig pigmentiert, unterschieden sich im übrigen aber nicht von den Formen, welche während der akuten Krankheitsperiode auftraten.

Es war nun von Interesse, zu erfahren, ob auch diese spärlichen Parasiten der chronischen Infektion imstande sein könnten, die Krankheit zu übertragen. Der erste, Anfang Februar mit dem Blute eines chronisch erkrankten Buchfinken mit spärlichen Parasiten gemachte Versuch glückte: es traten 14 Tage nach der Impfung Schmarotzer bei dem geimpften Vogel auf, deren Zahl in der Folgezeit zunahm, jedoch keine sehr beträchtliche Höhe erreichte. Nach 4 Wochen waren die Blutparasiten verschwunden;

sie konnten auch in den folgenden Monaten nicht wieder aufgefunden werden. — Übrigens ist ein so leichter Verlauf nach der Impfung mit spärlichen Parasiten der chronisch erkrankten Vögel nicht regelmäfsig zu erwarten. In anderen Fällen trat, wenn auch etwas verspätet, eine sehr zahlreiche Überschwemmung des Blutes mit Schmarotzern ein.

Um festzustellen, ob das Verschwinden der Infektion aus dem cirkulierenden Blut in dem soeben erwähnten Vogel nicht nur scheinbar und ob nicht doch noch vereinzelte, der mikroskopischen Untersuchung entgangene Individuen darin vorhanden waren, wurde das Blut dieses Kanarienvogels, 11 Tage nachdem zum letzten Mal Parasiten darin gefunden, zur Impfung von drei Vögeln benutzt und zwar erhielt jedes Tier 0,05 Blut. Von diesen starb ein Exemplar am 8. Tage nach der Impfung, ohne Blutschmarotzer zu zeigen; die beiden andern erkrankten in typischer Weise an der Infektion und behielten ihre Parasiten im Blut bis zu ihrem nach $2^1/_4$ bezgl. $2^3/_4$ Monaten erfolgten Tode.

Hieraus folgt einmal, dafs selbst das wiederholt negativ ausgefallene Ergebnis der mikroskopischen Blutuntersuchung nicht eine völlige Heilung, ein Verschwinden der Blutparasiten aus dem cirkulierenden Blut sicherstellt; zweitens dafs die Übertragung von Blut auf gesunde Vögel eine empfindlichere Probe auf seinen Parasitengehalt darstellt, als es die sorgfältigste mikroskopische Untersuchung sein kann. Natürlich ist es denkbar, dafs die Zahl der cirkulierenden Parasiten so gering wird, dafs auch diese Probe versagt. Es bleibt dann noch die Möglichkeit, eine gröfsere Menge von Blut mehreren Vögeln einzuspritzen. Dafs dieser Fall vorkommt, beweist ein Versuch mit dem Blut eines Buchfinken, der 7 Monate vorher mit Erfolg geimpft war, dann aber an einigen Tagen keine Parasiten mehr zeigte. Nach der Übertragung von je 0,05 ccm auf drei Kanarienvögel erkrankte nur ein Tier an der Haemamöben-Infektion: ein Beweis dafür, dafs in den 0,15 ccm Blut zu wenig vermehrungsfähige Parasiten gewesen waren, um die Ansteckung von drei Tieren zu ermöglichen.

Immerhin ist eine so starke Abnahme des Parasitengehaltes auch bei der chronischen Cytosporon-Infektion nicht die Regel. Bei sieben der geimpften Kanarienvögel fehlten die Parasiten bis zum Tode niemals im Flügelvenenblut; von diesen starben zwei Tiere allerdings schon am 22. Tage, die übrigen jedoch erst $1^1/_2$ und $2^1/_2$ Monate nach der Impfung.

Der Umstand, dafs ein grofser Teil der geimpften Tiere an der Blut-Infektion oder an einer interkurrenten Coccidienkrankheit starb, während von den überlebenden fast alle einzelne Parasiten im Blut behielten, machte entscheidende Versuche darüber, ob das Überstehen der Krankheit Schutz gegen eine neue Ansteckung verleiht, unmöglich. Es konnte deshalb die Frage, ob die durch Impfung von Koch mit italienischen Parasiten erzielte Immunität auch bei den deutschen Parasiten auftritt, nicht an ausreichend grofsem Material geprüft werden. Immerhin schien der Versuch berechtigt, die wenigen Tiere, welche anscheinend die Krankheit überstanden hatten, d. h. bei welchen mikroskopisch keine Parasiten mehr im Blut gefunden werden konnten, einer Nachimpfung zu unterziehen. Es wurden deshalb vier Kanarienvögel, von denen der eine seit 4, der zweite seit 14 Tagen, der dritte seit 3 und der letzte seit 9 Monate frei von Parasiten zu sein schien, mit einer starken Dosis Blutparasiten geimpft. Dabei war von vornherein berücksichtigt, dafs bei den erstgenannten Tieren ein Erlöschen der Krankheit nach den früheren Erfahrungen wenig wahrscheinlich sei. Trotzdem blieb es wünschenswert, festzustellen, in welcher Weise der Blutbefund durch eine neue Infektion beeinträchtigt werden würde. Die zur Impfung benutzte Dosis von 0,01 ccm eines schwer erkrankten Tieres kann als eine kräftige bezeichnet werden, da noch $^1/_5$ derselben genügte, um bei zwei nicht vorbehandelten Kontrolltieren die Parasiten im Blut am 4. Tag spärlich, am 7. Tag reichlich auftreten zu lassen.

Der Erfolg der Impfung war, dafs bei allen vier vorbehandelten Tieren vom 5. Tage an Parasiten im Flügelvenenblut gefunden werden konnten. Ihre Zahl blieb bei drei derselben sehr beschränkt, so dafs der Unterschied mit den nicht vorbehandelten Tieren unverkennbar war; man konnte sogar in

den ersten Tagen zweifelhaft sein, ob die spärlichen Exemplare vielleicht nur von der injizierten Menge übrig geblieben seien und ihre Entwicklungsfähigkeit verloren hätten. Bei dem vierten Vogel stieg die Zahl vom 11. bis zum 14. Tag so weit an, dafs in jedem Präparat etwa 20—30 Parasiten nachgewiesen werden konnten. Am 18. Tage war ihre Zahl bereits so stark zurückgegangen, dafs der mikroskopische Nachweis im Blut mifslang. Das betreffende Tier hatte auch bei der vier Wochen früher durchgemachten ersten Infektion keine besonders schweren Krankheitserscheinungen gezeigt. Die Parasiten waren damals mäfsig zahlreich im Blut aufgetreten. Auch die Deutung dieses vereinzelten Versuchs mufs unentschieden bleiben; es kann das Auftreten der Parasiten nach der zweiten Impfung ebenso gut ein mildes Recidiv, wie eine mild verlaufene Neuinfektion gewesen sein.

Um einen Anhalt für die Lebensfähigkeit der Blutparasiten zu gewinnen, wurde schliefslich mehrfach das Blut verstorbener Tiere zur Infektion benutzt. Dabei ergab sich, dafs dieselben im Herzblut länger als 24 Stunden übertragbar bleiben, wenn man die Fäulnis der gestorbenen Tiere durch Aufbewahrung an kühlem Ort verlangsamt.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen läfst sich kurz folgendermafsen zusammenfassen: Der mit dem Erreger der menschlichen Malariafieber nahe verwandte, zur Gattung Cytosporon (Syn.: Proteosoma) gehörige Blutzellschmarotzer der Vögel kommt in Deutschland nicht nur bei Sperlingen, (Frosch, Ruge), sondern auch bei Finken, Grünlingen, Goldammern und Ohreulen vor. Die Schwierigkeit des Nachweises dieses Schmarotzers im chronischen Stadium der Erkrankung berechtigt zu der Vermutung, dafs derselbe sich noch bei einer gröfseren Zahl von Vogelarten finden wird.

Die Übertragung gelingt durch Einspritzung geringer Mengen parasitenhaltigen Blutes (ca. 0,01 ccm) in den Brustmuskel zahlreicher verwandter Vogelarten. Besonders geeignet erwiesen sich, wie bei den von Koch ausgeführten Versuchen, Kanarienvögel, welche auch von mir niemals spontan krank gefunden wurden.

Der erste Nachweis der Parasiten im Flügelvenenblut geimpfter Kanarienvögel gelang vom 4. Tage an nach der Impfung, häufig jedoch erst später. Von der 3. Woche nach der Impfung, an war stets eine Abnahme in ihrer Zahl zu beobachten.

Die Infektion von Finken und Kanarienvögeln mit deutschen Haemamöben führte — im Gegensatz zu den von Koch mit italienischem und von Ruge mit deutschem Material ausgeführten Impfungen — nach einem akuten Stadium fast stets zu einer sehr chronisch verlaufenden Infektion mit sehr spärlichem, leichter durch Impfung gesunder Tiere, als durch mikroskopische Untersuchung nachweisbaren Parasitenbefund. Bei einzelnen Versuchstieren konnten noch 11 Monate nach der Impfung bezgl. bei den meisten bis zum Tode Schmarotzer im Blut gefunden werden. Kurz verlaufende Krankheitsfälle mit völliger Heilung und nachfolgender Immunität, wie sie von Koch bei Verimpfung der italienischen Parasiten beschrieben sind, konnten nicht beobachtet werden. Dagegen blieb bei chronisch infizierten, anscheinend parasitenfreien Tieren bei der Nachimpfung eine akute Überschwemmung des Blutes mit Parasiten aus, wenn schon einzelne Parasiten auch hiernach beobachtet wurden.

Die zahlreichen Todesfälle unter den geimpften Kanarienvögeln waren zum kleineren Teil auf die Blut-Infektion, zum gröſseren jedoch auf akute Darmcoccidiose zurückzuführen.

Litteraturverzeichnis.

Die bis zum 1. I. 1899 erschienenen Arbeiten sind angeführt in:

Hagenmüller Bibliotheca sporozoologica. Marseille, 1899.

Später erschien:

1899 Koch, R., Über die Entwicklung der Malariaparasiten. Zeitschrift für Hygiene, Bd. XXXII.

Labbé, A., Sporozoa. 5. Lieferung des Werkes: Das Tierreich. Berlin, 1899.

1901 Ruge, R., Untersuchungen über das deutsche Proteosoma. Centralbl. f. Bakt., I. Abt., XXIX. Bd., Nr. 5.

Die Wirkung des Alkohols als Eiweifssparer.

Neue Stoffwechselversuche am Menschen.

(Zugleich Entgegnung auf die Kritik meines ersten Alkoholversuchs von **R. Rosemann,** Pflügers Archiv, Bd. 77.)

Von

Dr. med. et phil. **R. O. Neumann,**
I. Assistent am hygienischen Institut zu Kiel.

(Aus dem hygienischen Institut zu Kiel.)

(Mit Tafel I.)

Vorbemerkung.

Auf meine Veröffentlichung im Jahre 1899 »Über die Bedeutung des Alkohols als Nahrungsmittel«[1]), in der ich zu dem Resultat gekommen war, dafs der Alkohol in der That als Eiweifssparer aufzufassen ist, folgte alsbald eine kritische Besprechung meiner Arbeit von R. Rosemann[2]), welcher die Schlufsfolgerungen nicht für erwiesen hält und zwar auf Grund zweier unter seiner Leitung ausgeführten Stoffwechselversuche von Schmidt[3]) und Schöneseiffen[4]), deren Ergebnisse beweisen sollen, dafs der Alkohol nicht Eiweifs spart.

1) R. O. Neumann, Die Bedeutung des Alkohols als Nahrungsmittel. Archiv f. Hygiene, 1899, 13, S. 36.

2) Rosemann, Über die angebliche eiweifssparende Wirkung des Alkohols. (Kritik der Neumannschen Arbeit.) Pflügers Archiv, Bd. 78.

3) Schmidt, Über den Einflufs des Alkohols auf den Eiweifsstoffwechsel des menschlichen Körpers. Dissertation. Greifswald 1898.

4) Schöneseiffen, Über den Wert des Alkohols als eiweifssparendes Mittel. Dissertation. Greifswald 1898.

Da nun beide Ansichten einander direkt gegenüberstehen, so dürfte es schwer sein, ohne weiteres zu entscheiden, wessen Resultate den wirklichen Thatsachen am meisten nahe kommen. Mir will es scheinen, als ob sich der endgültige Beweis nur führen liefse durch weitere Versuche und zwar Versuche, welche über lange Perioden ausgedehnt und an geeigneten Versuchsindividuen angestellt werden. Denn auch noch so ausführliche Kritiken und an zahlreichen Stellen veröffentlichte Auseinandersetzungen über ein und dieselbe Sache (Anmerkungen [1]) bis [13]) und in ein und derselben Beleuchtung, dürften kaum die Meinungsverschiedenheiten in dieser Frage zu schlichten in der Lage sein.

---

1) Siehe Anmerkung 3 auf S. 85.

2) Siehe Anmerkung 4 auf S. 85.

3) Siehe Anmerkung 2 auf S. 85.

4) Rosemann, Über die angebliche eiweifssparende Wirkung des Alkohols (Kritik der Offerschen Arbeit). Pflügers Archiv, Bd. 78.

5) Rosemann, Über die angebliche eiweifssparende Wirkung des Alkohols. Deutsche medicin. Wochenschr. 1900, Beilage Nr. 13, S. 83.

6) Rosemann, Kritik der Neumannschen Arbeit: Über die Bedeutung des Alkohols als Nahrungsmittel. Zeitschr. für diätet. und physikal. Therapie, 1900, Bd. 1, S. 700.

7) Rosemann, Über die Bedeutung des Alkohols für die Ernährungstherapie. Deutsche medicin. Wochenschr., 1899, Nr. 19, S. 303.

8) Rosemann, Die therapeutische Bedeutung des Alkohols. Die medicin. Woche, 1901, Nr. 20.

9) Rosemann, Über den Einflufs des Alkohols auf den menschlichen Stoffwechsel. Zeitschr. für diätet. und physikalische Therapie, 1898, Bd. 1, S. 138.

10) Rosemann, Die physiologischen Wirkungen des Alkohols. Die medicin. Woche, 1900, Nr. 34.

11) Rosemann, Über den Einflufs des Alkohols und des Wassers auf den menschlichen Stoffwechsel. Deutsche medicin. Wochenschr., 1898, Beilage Nr. 19, S. 135.

12) Rosemann, Über den Einflufs des Alkohols auf den Stoffwechsel des Hungernden. Deutsche medicin. Wochenschr., 1898, Beilage Nr. 36, S. 272.

13) Rosemann, Wirkt Alkohol nährend oder toxisch? Bemerkungen zu dem Artikel von Prof. Kassowitz. Deutsche medicin. Wochenschr., 1901, Nr. 3, S. 47.

Ich habe mich deshalb auch absichtlich nicht in eine fruchtlose Polemik eingelassen, und der so wichtigen Frage mehr dadurch zu nützen geglaubt, dafs ich erst dann wieder das Wort nahm, nachdem ich durch Selbstversuche erneute Beweise für meine Ansichten und Folgerungen erbringen konnte.

Dies glaube ich, ist mir im vorliegenden Fall gelungen, da ich auch auf anderem Wege als das erste Mal zu ganz demselben Resultat gekommen bin.

Bevor ich jedoch auf meinen neuen Versuch eingehen kann, mufs ich zur Orientierung und zur besseren Beurteilung des Sachverhaltes mit einigen Worten mehrere Punkte des ersten Versuches und die von Rosemann gemachten Einwände berücksichtigen.

Mein erster Alkoholversuch und Rosemanns Kritik.

Der erste Alkoholversuch erstreckte sich über 35 Tage und zerfiel in sechs Perioden.

Die Einnahmen und Ausgaben (Mittelzahlen aus den einzelnen Perioden) nebst Bilanz und erhaltenen Kurven stelle ich der Übersichtlichkeit halber kurz zusammen.

Tabelle I.

Perioden	Einnahmen						Ausgaben			Bilanz
	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Alkohol	N	Calorien	Kot-N	Harn-N	Gesamt-N	
I 5 Tage	76,2	156	224	—	12,19	2681	1,84	10,09	11,93	+ 0,26
II 4 Tage	76,0	78,4	224	—	12,16	1959	1,65	12,14	13,79	— 1,63
III 1.—4. Tag	76,0	78,4	224	100	12,16	2677	1,80	13,41	15,21	— 3,05
III 5.—10. Tag	—	—	—	—	—	—	1,42	11,06	12,48	— 0,32
IV 6 Tage	76,2	156	224	100	12,19	3401	1,37	9,47	10,84	+ 1,35
V 4 Tage	76,0	78,4	224	—	12,16	1959	1,43	12,63	14,06	— 1,9
VI 6 Tage	76,2	156	224	—	12,19	2681	1,54	10,89	12,43	— 0,24

Graphische Darstellung.

Ich setzte mich in der I. Periode bei einem Körpergewicht von 68 Kilo nach 70tägiger Alkoholabstinenz mit einer selbst analysierten gemischten Kost aus Brot, Cervelatwurst, Käse und Schweinefett = 76 g Eiweifs, 224 g Kohlehydrate und 56 g Fett, d. s. 2681 Calorien, ins Stickstoffgleichgewicht.

In der II. Periode wurden 77 g Fett aus der Nahrung weggelassen. Die Calorienmenge betrug jetzt 1959. Die Nahrung war nunmehr ungenügend und die N-Ausfuhr mufste sich steigern.

In der III. Periode ersetzte ich die fehlenden 77 g Fett durch eine isodyname Menge von 100 Alkohol. Die Nahrung war jetzt, falls der Alkohol die Fähigkeit hatte, das Fett zu ersetzen, genügend = 2677 Calorien. Es mufste N-Gleichgewicht eintreten.

In der IV. Periode wurde zur ursprünglichen Fettmenge von 156 g auch noch 100,0 Alkohol gegeben. Die Calorien = 3401 waren also bedeutend erhöht und dadurch die Nahrung übergenügend gemacht. Die N-Ausfuhr mufste also, falls der Alkohol an Stelle von Fett eintreten konnte, herabgesetzt werden.

In der V. Periode wurde der Alkohol und auch wieder 77 g Fett weggelassen. Die Calorienmenge sank auf 1959. Die

Nahrung war ungenügend. Es mufste wieder N-Verlust eintreten.

Endlich in der VI. Periode war die Nahrung dieselbe wie in der I. Periode. Es mufste N-Gleichgewicht eintreten.

Die für die einzelnen Perioden gemachten Voraussetzungen trafen nun auch in der That ohne weiteres zu bis auf die III. Periode, in welcher der Alkohol zunächst einen Mehrzerfall von Körpereiweifs veranlafste. (Es war dies auf die Toxicität des Alkohols zurückzuführen, der in dem nicht daran gewöhnten Organismus in grofsen Dosen als Protoplasmagift wirkt.) Nachdem jedoch durch Gewöhnung des Körpers an das Gift der Reiz zum vermehrten Eiweifszerfall aufhörte, zeigte sich seine eiweifssparende Wirkung. Der Eiweifszerfall nahm ab, und es wurde beinahe Stickstoffgleichgewicht erzielt. (Die N-Bilanz beträgt — 0,32 g.) Ich betone hier ausdrücklich »beinahe«, weil dieselbe Erscheinung im zweiten Versuche wieder auftritt und deshalb mehr Beachtung verdient, wie ich anfänglich glaubte.

Wir sehen also, dafs in der zweiten Hälfte der III. Periode der Alkohol an die Stelle des Fettes als Eiweifssparer treten konnte und getreten ist.

Dies liefs sich auch durch die IV. Periode bestätigen, da hier bei genügender Nahrung und Alkohol ein ganz bedeutender Stickstoffansatz erfolgte. (Die N-Bilanz beträgt + 1,35 g.)

Rosemanns Kritik bezieht sich nun in der Hauptsache gegen die Beweisführung der III. und IV. Periode und gipfelt darin, dafs diese beiden Perioden »nicht den geringsten Beweis« für die eiweifssparende Wirkung des Alkohols erbringen. Diese seine Behauptung dürfte aber schwer aufrecht zu erhalten sein, da seine Auslegung meiner Resultate auf einer irrtümlichen Auffassung beruht. Ich befand mich in der II. Periode durch Fettentzug in einer gewissen Unterernährung (1959 Calorien), wobei naturgemäfs ein Mehrzerfall von Eiweifs stattfand. Machte ich nun die Nahrung durch Zugabe einer dem weggelassenen Fett äquivalenten Menge von Alkohol wieder

genügend (2681 Calorien), so sah man in der zweiten Hälfte der III. Periode N-Gleichgewicht auftreten.[1]) Dem Alkohol diese Wirkung zuzuschreiben, war natürlich das Naheliegendste und, wie wir später sehen werden, auch das Richtige.

Rosemann dagegen sagt: »Hätte Neumann keinen Alkohol gegeben, es wäre genau dasselbe eingetreten: eine allmähliche Annäherung an das Stickstoffgleichgewicht.« Rosemann nimmt also folglich hier an, der Alkohol sei dabei ganz irrelevant, denn bei ungenügender Nahrung — also hier ohne Alkohol — sei der Körper bestrebt, sich ganz von selbst ins N-Gleichgewicht zu setzen.

Damit widerspricht sich aber Rosemann selbst, denn kurz darauf sagt er: »Bewiesen ist, dafs der Alkohol bei seiner Verbrennung im Körper andre Stoffe spart.«

Sehen wir nun zunächst davon ab, was er spart, so wissen wir doch, dafs er spart, — und dann kann er eben nicht irrelevant sein, sondern mufs seinen Nutzeffekt irgendwo bethätigen.

Geben wir ihn daher in geeigneter Menge zu einer ungenügenden Nahrung, so wird er dieselbe ganz genügend oder wenigstens zum Teil genügend machen, und es wird die N-Ausfuhr verringert werden, wie es in der That ja auch oben der Fall ist.

Diese Erscheinung tritt nun um so deutlicher zu Tage, wenn der Organismus vor dem Versuch nicht an Alkohol gewöhnt war, während der Alkoholperiode aber daran gewöhnt wurde. Und aus diesem Grunde ist es unbedingt notwendig, den Versuch so lange auszudehnen bis Gewöhnung eingetreten ist.

Schmidt, Schöneseiffen und Miura konnten eben die Sparwirkung des Alkohols nicht so eklatant beobachten, weil sie ihren Versuch schon nach 4 bis 5 Tagen abbrachen.

Bis dahin sah man bei ihnen auch — genau wie in meinem ersten Versuch — eine geringe Mehrausfuhr am Stickstoff. Dann

1) Ich will der Kürze wegen hier in diesem speziellen Falle von Gleichgewicht sprechen, wenn auch in Wirklichkeit eine geringe Minusbilanz vorhanden war.

hörte aber ihre Alkoholperiode auf und sie mufsten zu dem Resultat kommen, dafs der Alkohol einen vermehrten Eiweifszerfall veranlafst, während ich und auch Clopatt[1]) bei Fortführung der Alkoholeinfuhr die eiweifssparende Kraft des Alkohols nunmehr deutlich erkennen konnten. Es ist mir daher ganz unverständlich, wie Rosemann aussprechen kann »es sei ganz zwecklos, den Versuch länger auszudehnen.« Und wenn er die Zwecklosigkeit der langen Alkoholperiode damit motiviert, dafs das Bestreben des Körpers sich bei ungenügender Nahrung in annäherndes Stickstoffgleichgewicht zu setzen, die Resultate des Versuches notwendigerweise trüben müsse, dann ist es noch mehr zu verwundern, weshalb Rosemann selbst bei Schöneseiffen den Versuch in Unterernährung beginnen liefs. Da mufste er doch auch die Besorgnis hegen, dafs seine Resultate »getrübt« werden würden. Er hat ja die Alkoholperiode allerdings sehr bald abgebrochen, aber wufste er denn, an welchem Tage die Unsicherheit in den Resultaten eintrat?

Die N-Bilanz im Schöneseiffenschen Versuch ist an sich schon in der Alkoholperiode derartig unregelmäfsig (— 1,79; — 0,97; — 3,41; — 0,96; — 1,93; — 0,75), dafs man sich wirklich fragen mufs, ob die »Trübung« nicht schon am 2., 4. oder 6. Tage eingetreten ist.

Hier können wir gerade so recht beobachten, wie nützlich eine ausgedehntere Alkoholperiode gewesen wäre, denn dann hätte sich auch eine einwandfreiere Mittelzahl gewinnen lassen.

Aber aus seinem Ausspruch mufste noch eine ganz andere Konsequenz gezogen werden, nämlich die, dafs es überhaupt unmöglich wäre, die Wirkung des Alkohols bei jemand, der sich in Unterernährung befindet, experimentell zu beweisen. Denn man würde ja mit Rosemann jedesmal von vornherein sagen müssen: Auch ohne Alkohol wäre ganz dasselbe eingetreten.

---

1) Clopatt, Über die Wirkung des Alkohols auf den menschlichen Stoffwechsel. Skandinav. Archiv f. Physiologie 1901, Bd. XI, Heft 5/6, S. 354.

Da dies aber in Wirklichkeit nicht der Fall ist, so sieht man daran, dafs die Rosemannsche Auffassung falsch ist.

Ich halte also meine Ansicht, dafs nur lange Perioden etwas Sicheres beweisen können, vollständig aufrecht, besonders wenn wir es mit Versuchsindividuen zu thun haben, die wenig geeignet sind. Und dafs dies auch bei Schöneseiffen der Fall war, giebt Rosemann zu; wir sehen es auch an der unregelmäfsigen Stuhlentleerung in der III. Periode und der aufserordentlich schwankenden Harnentleerung in der II. Periode (1. Tag 1965; 2. Tag 648; 3. Tag 1495; 4. Tag 735; 5. Tag 1235; 6. Tag 1505 ccm). Die Folge der unregelmäfsigen Stuhlentleerung war sogar so, dafs Schöneseiffen sich, um richtigere Werte zu erhalten, genötigt sah, die Stickstoffmenge der Vorperiode für die Stickstoffmenge der III. Periode einzusetzen (! !) und mufste dann noch gestehen, dafs »bei der Unsicherheit der Grundlagen der Rechnung freilich diesem Resultat nicht viel Gewicht beizumessen sei.«

Wenn dann Rosemann aber gar noch schreibt »derartige **kleine** Störungen im Befinden üben niemals irgend einen Einflufs auf die Zersetzungen im Körper aus«, so darf man mit Recht an der objektiven Beurteilung dieses Versuches zweifeln.

Ich finde auch darin keinen Entschuldigungsgrund für die unsicheren Resultate, wenn Rosemann sagt, es sei sehr schwer, geeignete Versuchsindividuen zu finden. Dann sollten eben richtiger die Versuche abgebrochen werden oder ganz unterbleiben bis geeignetere Personen gefunden sind. Die Beurteilung der Frage konnte dadurch nur gefördert werden.

Ich wende mich nun zur Kritik meiner IV. Periode:

Wir haben gesehen, dafs ich mich in der I. Periode mit 2681 Calorien ins N-Gleichgewicht gesetzt hatte. Die Nahrung war also genügend.

Anderseits enthielt auch die Nahrung der III. Periode 2681 Calorien, indem ich 78 g Fett durch eine isodyname Menge (100 g) Alkohol ersetzte. Die Nahrung war also auch

genügend; ich gelangte in der zweiten Hälfte der III. Periode ebenfalls ins Stickstoffgleichgewicht.

Nun gab ich in der IV. Periode die vorhin weggelassenen 78 g Fett wieder hinzu, so dafs die beibehaltenen 100 g Alkohol jetzt einen Überschufs über die genügende Nahrung, ein Plus von 700 Calorien boten.

Ich durfte so verfahren, weil ja in der III. Periode bewiesen war, dafs der Alkohol für das Fett eintreten konnte und ich mufste so verfahren, da ich ja sonst, um die Nahrung übergenügend zu machen, hätte noch einmal so viel Alkohol zugeben müssen. So grofse Mengen von 200 g verboten sich aber von selbst.

Wenn daher Rosemann sagt, die Wirkung in der IV. Periode sei auf Rechnung des zugesetzten Fettes zu setzen, so ist das falsch und beweist nur, dafs er den Alkohol auch in diesem Falle für irrelevant hält, denn er sagt ja auch selbst: »Auch hier kann man sagen: Hätte Neumann keinen Alkohol gegeben, so würde er genau dasselbe erreicht haben.« Es geht jedoch die Wirkung des Alkohols auch aus dem Vergleich der IV. Periode mit der I. und V. Periode hervor:

I. Periode:	76 Eiweifs,	156 Fett,	244 Kohlehydrate	
V. » :	76 »	156 »	244 »	
IV. » :	76 »	156 »	244 »	100 Alkohol.

Es unterscheidet sich also die IV. Periode von der I. und V. nur durch ein Plus von 100 Alkohol. Während aber in der I. und V. Periode Stickstoffgleichgewicht auftritt, finden wir in der IV. Periode einen ganz erheblichen N-Ansatz von + 1,35 g.

Rosemann hält diesen Vergleich für unstatthaft, weil die Perioden nicht direkt aufeinander folgen.

Ich sehe aber gar keinen Grund ein, warum ich nicht die IV. Periode mit der I. und V. vergleichen sollte. Im Gegenteil, gerade diese Perioden müssen in ihren Resultaten gegeneinander genau abgewogen werden, weil sie absolut gleich sind und sich nur durch die Zugabe von Alkohol unterscheiden.

Es ist gar nicht richtig, was Rosemann zur Erklärung hinzufügt, dafs die Wirkung einer bestimmten Ernährung auf

den Körper sich immer nach der vorhergehenden Ernährungsweise richten mufs. Die Perioden sind vielmehr zum Teil ganz unabhängig voneinander, da, weil in jeder Periode etwas anderes bewiesen werden soll, die Vorbedingungen dazu andere sind. Sie werden nur insofern voneinander abhängig, weil wir bei einem, mehrere Perioden umfassenden Versuch sie aneinander anschliefsen müssen, um den ganzen Versuch nicht zu stören. Dann sehen wir allerdings fast immer den ersten Tag der neuen Periode in gewisser Abhängigkeit von der vorhergehenden. Das wünschen wir aber gar nicht, und es wäre viel besser, wenn wir technisch diese Kalamität ausschliefsen könnten.

Dafs ich übrigens nicht allein stehe mit meiner Ansicht, dafs man verschiedene Perioden miteinander vergleichen könne, beweist auch die Arbeit von Miura[1]), der sich z. B. äufsert: Zur Würdigung der Frage, ob der Alkohol überhaupt einen eiweifssparenden Effekt ausübt, ist wiederum der Vergleich der Alkoholperiode (II. Periode) mit der IV. Periode erforderlich.

Ich kann daher nicht anerkennen, dafs die Beweiskraft meines langen Versuches durch die Einwände Rosemanns irgendwie verringert würde. Jedenfalls vermag der Schöneseiffensche Versuch meine Resultate nicht zu erschüttern, es dürften im Gegenteil dessen Resultate in einem anderen Lichte erscheinen.

Dasselbe gilt auch von dem Schmidtschen Versuch, den ich unten noch näher besprechen werde und dessen Resultate bereits von Rosenfeld[2]) dahin präcisiert sind, dafs man sowohl einen kleinen Stickstoffansatz, als auch einen Stickstoffverlust herauslesen kann, also mit andern Worten gar nichts daraus entnehmen kann.

---

1) Miura, Über die Bedeutung des Alkohols als Eiweifssparer in der Ernährung des gesunden Menschen. Zeitschr. f. klinische Medicin, 1892, Bd. 20, S. 147.

2) Rosenfeld, Der Alkohol als Nahrungsmittel. Therapie der Gegenwart, 1900, Februarheft.

Der zweite Alkoholversuch.

Um diesen Versuch so zu gestalten, dafs der Gang desselben leicht zu beurteilen sei, habe ich zunächst die Anordnung so getroffen, dafs der Alkohol zur genügenden Nahrung zugegeben wurde.

Falls dann wirklich ein Eiweifsansatz erfolgte, so mufste er mit Sicherheit auf den Alkohol zurückzuführen sein.

Zweitens habe ich die toxische Wirkung des Alkohols auf den Organismus dadurch auszuschalten gesucht, dafs ich mit kleinen Dosen Alkohols begann und so den Organismus an die Alkoholzufuhr gewöhnte. Es kam dadurch die störende Unterbrechung in der Alkoholperiode, die durch die erhöhte N-Ausfuhr bedingt wurde, in Wegfall, wodurch anderseits die Beurteilung und Übersichtlichkeit des Versuchs gewann.

Drittens liefs ich dem Versuch eine 40tägige Alkoholkarenzzeit vorangehen, um die Wirkung des Alkohols intensiver zur Erscheinung zu bringen. Diese Forderung, die meiner Ansicht nach für jeden derartigen Versuch notwendig ist, vermisse ich leider bei den meisten Versuchen anderer Autoren. Und notwendig ist sie, weil die Wirkung des Alkohols bei Abstinenten sich viel intensiver äufsert als bei an Alkohol gewöhnten Leuten.

Die Funktionen des 72,5 Kilo schweren, mit mittlerem Fettpolster versehenen Organismus waren durchaus normal. Der Verdauungstractus befand sich in vorzüglicher Beschaffenheit.

Die Versuchszeit fiel in die Osterferien (1901), in welchen die Beschäftigung in der täglichen Laboratoriumsarbeit bestand. Irgend welche physische Anstrengungen wurden vermieden, längere Spaziergänge unterlassen.

Das Körpergewicht bestimmte ich morgens 7 Uhr nüchtern, worauf die bis zum nächsten Morgen 7 Uhr dauernde Tagesperiode begann.

Der während dieser Zeit entleerte Harn wurde gesammelt, gemischt und in doppelten Analysen täglich je 5 ccm nach Kjeldahl auf Stickstoff untersucht.

Die Kotabgabe erfolgte früh 7 Uhr täglich. Eine besondere Abgrenzung des Kotes durch Kohle, Käse, Heidelbeeren u. s. w. war nicht nötig, da ich durch zahlreiche lange Versuchsperioden weifs, dafs derselbe bei mir fast quantitativ genau abgesetzt wird.

Er wurde auf Porzellantellern getrocknet und von dem lufttrockenen gepulverten Material je ein Gramm in doppelten Analysen auf Stickstoff untersucht.

Die Nahrung wurde möglichst einfach zusammengesetzt. Sie bestand aus Roggenbrot, ausgelassenem Schweinefett, rohem gehackten Fleisch, und kondensierter Milch (Cham); dazu kommen pro die noch ca. 1600 g Wasser, 10 g Kochsalz und eine Spur Pfeffer zum Würzen des Fleisches. In der letzten Periode wurden noch 50 g Olivenöl beigefügt, da die grofse Masse von 190 g Fett in Form von Schweinefett allein nicht gut zu bewältigen war.

Kaffee und Thee wurden vermieden.

Den Alkohol genofs ich in einer 40proz. wässrigen Lösung schluckweise in gleichmäfsigen Zwischenräumen von morgens 7 Uhr bis abends 7 Uhr.

Die kondensierte Milch gab in Verdünnung mit dem zur Verfügung stehenden Wasser ein stets angenehmes Getränk.

Ich glaube gerade diese Zusammensetzung der Nahrung für längere Versuche empfehlen zu können, da sie einwandsfrei zu beschaffen ist und auf die Dauer so leicht keinen Widerwillen erregt. Besonders in der Vereinigung mit der gehaltreichen Milch bleibt sie stets geschmackvoll.

Das Fleisch besorgte ich mir für die I. und II. Periode und für die III. und IV. Periode in je einem grofsen Stück, entnahm von verschiedenen Stellen Proben, zerkleinerte und mischte sie und analysierte je 1 g in dreifacher Analyse auf Stickstoff. (Die Zahlen 3,36 resp. 3,41 in der folgenden Tabelle sind die Mittelwerte dieser Analysen.)

Diese, mehrere Kilo schweren Fleischstücke blieben im Kühlhaus hängen; jeden 3. Tag entnahm ich die für 3 Tage genügende Menge, zerkleinerte sie mittels der Hackmaschine und genofs davon pro Tag die vorgeschriebenen 200 g.

Zur Herstellung eines gleichmäfsigen Roggenbrotes kaufte ich für die ganze Dauer des Versuchs Roggenmehl, von welchem zweimal in der Woche ein für 4 Tage reichendes Brot gebacken wurde. Die Analysen sind gewonnen aus der Krume von 48 Stunden altem Brot. Ebensolange liefs ich stets das Brot vor der Verwendung lagern.

Kondensierte Milch aus Cham i. d. Schweiz bezog ich ebenfalls in grofsen Mengen. Mehr als 30 Büchsen à 400 g wurden in einem grofsen Glasgefäfs gemischt, von diesem Gemisch die Analysen ausgeführt und nun täglich 200 g, mit warmem Wasser verdünnt, genossen.

Schweinefett erhielt ich durch Auslassen von »Flomen.« Dies ausgelassene Fett und auch das Olivenöl können als 100% Fett angesehen werden.

Folgende Tabelle wird die Übersicht in der Zusammensetzung der einzelnen Nahrungsstoffe erleichtern:

Tabelle II.

	N	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Wasser	Asche
Mageres Ochsenfleisch f. d. I. u. II. Periode	3,36	21,0	1,93	—	75,6	1,2
Mageres Ochsenfleisch f. d. III. u. IV. Periode	3,41	21,31	1,6	—	74,8	1,2
Roggenbrot	1,29	8,06	0,46	42,8	46,6	1,25
Schweinefett . . .	—	—	100,0	—	—	—
Olivenöl	—	—	100,0	—	—	—
Kondens. Milch . .	3,08	19,25	10,4	41,8	25,2	2,2

Einteilung des Versuchs.

Der Stoffwechselversuch dauerte 36 Tage und zerfiel in vier Perioden.

Während der II. und III. Periode = 25 Tage wurde Alkohol verabreicht.

I. Periode: 5 Tage. Ich setzte mich mit einer genügenden Nahrung ins Stickstoffgleichgewicht. Dieselbe bestand aus 200 g Ochsenfleisch, 400 g Roggenbrot, 90 g Schweinefett und 200 g kondensierte Milch, entsprechend 112,7 Eiweifs, 116,5 Fett, 255 g Kohlehydrate = 2590 Calorien.

II. Periode: 18 Tage. Alkoholperiode: Die Nahrung ist dieselbe wie in der I. Periode, also genügend. Zu derselben wurden am 1. und 2. Tage 20 g Alkohol, am 3. und 4. Tage 30 g, am 5. Tage 40 g, am 6. Tage 50 g, am 7. Tage 60 g, am 8. und 9. Tage 70 g, am 10. Tage 80 g, am 11. Tage 90 g, am 12. bis zum 18. Tage 100 g Alkohol hinzugefügt. Die Nahrung wurde dadurch übergenügend und die Calorien erhöhten sich dabei allmählich bis auf 3310. Zeigte der Alkohol eine eiweifssparende Wirkung, so mufste voraussichtlich in demselben Mafse, wie Alkohol zugegeben wurde, Stickstoffansatz eintreten.

III. Periode: Alkoholperiode. Genügende Nahrung, bestehend aus 197 g Fleisch, 400 g Brot, 12,5 g Fett, 200 g kondensierte Milch und 100 g Alkohol = 2590 Calorien. Der Unterschied zwischen dieser und der ersten Periode besteht nur darin, dafs an Stelle von 78 g Fett 100 g Alkohol gegeben wurde.

Wenn der Alkohol an die Stelle des Fettes treten konnte, dann mufste sich Stickstoffgleichgewicht einstellen, wenn dagegen der Alkohol nicht die eiweifssparende Kraft besafs, wie das Fett, so mufste ein Stickstoffverlust stattfinden.

IV. Periode: Übergenügende Nahrung. Bestehend aus 197 g Fleisch, 400 g Brot, 117 g Fett, 50 g Olivenöl und 200 g kondensierte Milch. Der Alkohol wurde ganz weggelassen und ersetzt durch eine isodyname Menge Fetts. Aufserdem wurden aber noch so viel Calorien in Form von Fett und Öl zur Nahrung zugesetzt, dafs dieselbe 3303 Calorien betrugen, also gerade so viel wie in der II. Periode.

Es mufste ein Stickstoffansatz erfolgen, der aber, wenn der Alkohol dasselbe leistete als Eiweifssparer wie das Fett, nicht gröfser sein durfte wie in der II. Periode. Wurde etwa noch mehr Stickstoff angesetzt, so ersetzte der Alkohol das Fett nicht vollständig.

Die Zusammensetzung der Nahrung in den einzelnen Perioden ist aus folgenden Tabellen ersichtlich.

Tabelle III.

I. und II. Periode.

	Menge	Feste Nahrung	Wasser	N	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Calorien
Mageres Ochsenfleisch	200	48,8	151,2	6,72	42,0	3,86	—	208,1
Roggenbrot .	400	306,8	93,2	5,16	32,24	1,84	171,2	851,2
Schweinefett .	90	90,0	—	—	—	90,0	—	837,0
Kondens. Milch	200	149,6	50,4	6,16	38,5	20,8	83,6	694,0
Summe	**890**	**595,2**	**294,8**	**18,04**	**112,74**	**116,5**	**254,8**	**2590,3**

Tabelle IV.

III. Periode.

	Menge	Feste Nahrung	Wasser	N	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Calorien
Mageres Ochsenfleisch	197,0	50,1	147,1	6,72	42,0	3,15	—	201,4
Roggenbrot .	400,0	306,8	93,2	5,16	32,24	1,84	171,2	851,2
Schweinefett .	12,5	12,5	—	—	—	12,5	—	116,3
Kondens. Milch	200	149,6	50,4	6,16	38,5	20,8	83,6	694,0
Alkohol . . .	100	—	—	—	—	—	—	720,0
Summe	**809,5**	**519,0**	**290,7**	**18,04**	**112,74**	**38,29**	**254,8**	**2583**

Tabelle V.

IV. Periode.

	Menge	Feste Nahrung	Wasser	N	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Calorien
Mageres Ochsenfleisch	197	50,1	147,1	6,72	42,0	3,15	—	201,4
Roggenbrot .	400	306,8	93,2	5,16	32,24	1,84	171,2	851,2
Schweinefett .	117,5	117,5	—	—	—	117,5	—	1061,0
Olivenöl . .	50,0	50,0	—	—	—	50,0	—	465,0
Kondens. Milch	200	149,6	50,4	6,16	38,5	20,8	83,6	694,0
Summe	**965**	**743,5**	**290,7**	**18,04**	**112,74**	**193,29**	**254,8**	**3303,6**

Tabelle VI. **Alkohol-Stoff-**

Perioden	Versuchstage	Einnahmen							
		Feste Nahrung in g	Flüssigkeit in ccm	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Gesamt-N	Alkohol in g	Calorien des Alkohols
I. Periode	1	595	1500	112,74	116,5	254,8	18,04	—	—
Genügende	2	595	1400	112,74	116,5	254,8	18,04	—	—
Nahrung	3	595	1500	112,74	116,5	254,8	18,04	—	—
N-Gleichgewicht	4	595	1600	112,74	116,5	254,8	18,04	—	—
	5	595	1500	112,74	116,5	254,8	18,04	—	—
Mittel		**595**	**1500**	**112,74**	**116,5**	**254,8**	**18,04**	—	—
	6	595	1700	112,74	116,5	254,8	18,04	**20**	144
	7	595	1600	112,74	116,5	254,8	18,04	**20**	144
	8	595	1550	112,74	116,5	254,8	18,04	**30**	216
	9	595	1800	112,74	116,5	254,8	18,04	**30**	216
	10	595	1700	112,74	116,5	254,8	18,04	**40**	288
	11	595	1500	112,74	116,5	254,8	18,04	**50**	360
II. Periode	12	595	1650	112,74	116,5	254,8	18,04	**60**	432
Übergenügende	13	595	1400	112,74	116,5	254,8	18,04	**70**	504
Nahrung	14	595	1700	112,74	116,5	354,8	18,04	**70**	504
Calorien-	15	595	1600	112,74	116,5	254,8	18,04	**80**	576
erhöhung durch	16	595	1450	112,74	116,5	254,8	18,04	**90**	648
Alkoholzugabe	17	595	1600	112,74	116,5	254,8	18,04	**100**	720
	18	595	1500	112,74	116,5	254,8	18,04	**100**	720
	19	595	1600	112,74	116,5	254,8	18,04	**100**	720
	20	595	1800	112,74	116,5	254,8	18,04	**100**	720
	21	595	1550	112,74	116,5	254,8	18,04	**100**	720
	22	595	1650	112,74	116,5	254,8	18,04	**100**	720
	23	595	1450	112,74	116,5	254,8	18,04	**100**	720
Mittel		**595**	**1600**	**112,74**	**116,5**	**254,8**	**18,04**	—	—
III. Periode	24	519	1710	112,74	38,3	254,8	18,04	**100**	720
Calorienvermin-	25	519	1450	112,74	38,3	254,8	18,04	**100**	720
derung durch	26	519	1500	112,74	38,3	254,8	18,04	**100**	720
Fettentzug	27	519	1800	112,74	38,3	254,8	18,04	**100**	720
Fast	28	519	1600	112,74	38,3	254,8	18,04	**100**	720
N-Gleichgewicht	29	519	1700	112,74	38,3	254,8	18,04	**100**	720
	30	519	1400	112,74	38,3	254,8	18,04	**100**	720
Mittel		**519**	**1590**	**112,74**	**38,3**	**254,8**	**18,04**	—	—
IV. Periode	31	744	1400	112,74	193,3	254,8	18,04	—	—
Calorienver-	32	744	1650	112,74	193,3	254,8	18,04	—	—
mehrung durch	33	744	1800	112,74	193,3	254,8	18,04	—	—
Fettzugabe allein	34	744	1750	112,74	193,3	254,8	18,04	—	—
N-Ansatz	35	744	1600	112,74	193,3	254,8	18,04	—	—
	36	744	1500	112,74	193,3	254,8	18,04	—	—
Mittel		**744**	**1620**	**112,74**	**193,3**	**254,8**	**18,04**	—	—

wechsel-Versuch.

Tabelle VI.

Gesamt-Calorien	Körpergewicht	Ausgaben: Kot, feucht	Kot, lufttrocken	Harnmenge	Harn-N	Kot-N	Gesamt-N	Bilanz: N pro die	Gesamt-Bilanz der ganzen Periode
2590	72,25	215	40,2	1400	15,35	2,85	18,20	— 0,16	
2590	72,20	204	37,8	1120	14,99	2,68	17,65	+ 0,37	
2590	72,15	196	40,2	1480	15,25	2,85	18,10	— 0,06	+ 0,06
2590	72,25	190	38,4	1030	15,05	2,92	17,97	+ 0,07	
2590	72,20	210	40,1	1250	15,12	2,84	17,96	+ 0,08	
2590	—	**207**	**39,3**	**1250**	**15,15**	**2,83**	**17,98**	—	
2734	72,20	210	39,7	1190	15,66	2,64	18,30	— 0,26	
2734	72,25	195	42,3	1300	14,99	3,02	18,01	+ 0,03	
2806	72,45	212	41,2	1510	15,05	2,94	17,99	+ 0,05	
2806	72,30	238	40,8	1040	15,25	2,91	18,16	— 0,12	
2878	72,25	195	38,2	1520	14,99	2,72	17,71	+ 0,23	
2950	72,30	230	39,6	1190	15,25	2,82	18,07	— 0,04	
3022	72,40	240	40,1	1230	14,94	2,86	17,80	+ 0,24	
3094	72,35	188	36,6	1600	14,54	2,64	17,18	+ 0,82	
3094	72,40	226	39,2	1150	14,08	2,79	16,87	+ 1,17	
3166	72,50	238	43,0	1330	14,07	3,07	17,14	+ 0,90	
3238	72,45	231	38,2	1270	12,97	2,72	16,69	+ 2,25	
3310	72,35	202	37,8	1250	13,51	2,69	16,20	+ 1,84	
3310	72,45	194	39,2	1380	13,29	2,79	16,08	+ 1,96	
3310	72,45	196	40,6	1460	12,91	2,89	15,80	+ 2,10	
3310	72,60	201	40,9	1420	12,80	2,92	15,72	+ 2,32	+ 2,02
3310	72,51	225	39,4	1530	13,62	2,81	16,43	+ 1,61	
3310	72,57	180	36,7	1660	13,38	2,62	16,00	+ 2,04	
3310	72,62	173	39,2	1400	13,10	2,79	15,89	+ 2,15	
—	—	**209**	**39,6**	**1350**	**13,24**	**2,78**	**16,02**	—	
2583	72,61	210	40,3	1340	13,79	2,88	16,67	+ 1,37	
2583	72,50	230	41,2	1230	14,99	2,87	17,86	+ 0,18	
2583	72,53	183	38,2	1580	15,57	2,73	18,30	— 0,26	
2583	72,40	175	36,1	1500	15,79	2,58	18,37	— 0,33	
2583	72,45	205	36,5	1380	15,91	2,61	18,52	— 0,47	— 0,21
2583	72,55	190	38,7	1160	15,13	2,75	17,88	+ 0,16	
2583	72,50	210	40,8	1400	15,44	2,92	18,36	— 0,32	
2583	—	**201**	**38,9**	**1370**	**15,49**	**2,76**	**18,25**	—	
3304	72,40	245	42,7	1400	15,14	3,04	18,18	— 0,14	
3304	72,35	220	40,6	1020	10,05	2,91	16,96	+ 1,08	
3304	72,60	185	39,3	1220	13,45	2,82	16,27	+ 1,77	
3304	72,62	228	38,9	1200	12,96	2,79	15,75	+ 2,29	+ 2,42
3304	72,75	210	40,2	1100	12,32	2,89	15,21	+ 2,83	
3304	72,65	205	39,6	1320	12,41	2,84	15,25	+ 2,79	
3304	—	**216**	**40,1**	**1210**	**12,79**	**2,83**	**15,62**	—	

Resultate.

A. Aus dem neuen eigenen Versuch.

Bei der in der 5tägigen I. Periode verabreichten Nahrung mit 18,04 g Stickstoff und 2590 Calorien vermochte sich der Körper in vollständiges Stickstoffgleichgewicht einzustellen. Die Gesamt-N-Ausfuhr beträgt 17,98 g, die Bilanz + 0,06.

Nun wird in der zweiten Periode Alkohol hinzugefügt; zunächst in kleinen Dosen, um die toxische Wirkung resp. den bedeutenden Eiweifszerfall, der bei grofsen Gaben auftritt, zu vermeiden.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dafs in der That ein vermehrter Eiweifszerfall überhaupt nicht eintritt; wir können aber auch nicht beobachten, dafs zunächst etwa irgend welcher nennenswerte Stickstoffansatz erfolgt wäre. Bis zum 6. Alkoholtage — also bis zu ca. 50 g Alkohol — zeigt die Bilanz Werte von — 0,26, + 0,03; + 0,05; — 0,12; + 0,23; — 0,04, d. h. es liegt ein ganz geringes Auf- und Abschwanken über und unter das N-Gleichgewicht vor, ganz genau so, wie man es in jeder normalen Vor- oder Nachperiode sehen kann.

Diesen unveränderten Stickstoffgleichgewichtszustand wird man sich vielleicht am besten so erklären, dafs die schädigende Wirkung der kleinen Alkoholdosen und die ersparende Wirkung derselben sich kompensieren.

Dies würde sich auch mit der täglichen Erfahrung in Einklang bringen lassen, da bekanntlich kleine Dosen von $^1/_2$ bis 1 l Bier jahrzehntelang ohne irgend welche pathologische Erscheinungen gewonnen werden können.

Vom 7. Tage ab ändert sich aber die Sache insofern, als nun ein dauernder Ansatz von Stickstoff erfolgt (+ 0,24; + 0,82; + 1,17; + 0,9; + 2,35), welcher vom 11. bis 18. Tage bei einer Menge von 100 g pro die im Mittel + 2,02 g erreicht.

Die Stickstoffausfuhr im Kot ist in der Alkoholperiode dieselbe geblieben wie in der Vorperiode (Vorperiode im Mittel 2,83 g, Alkoholperiode 2,78 g).

Dagegen wird im Harn um so weniger ausgeschieden, je mehr Alkohol verabreicht wird, trotzdem die Diurese in der Alkoholperiode um ca. 100 ccm Urin gegenüber der Vorperiode vermehrt wird.

Ein solch hervortretender Einflufs auf die Stickstoffausfuhr ist in diesem Falle unter allen Umständen nur auf den Alkohol zu beziehen. Die Nahrung war dieselbe wie in der I. Periode, es wurde die Calorienmenge stufenweise nur durch Zugabe von Alkohol erhöht, etwas anderes wurde nicht genossen, also mufste folglich der Alkohol der Eiweifssparer sein.

Rosemann sagte in seiner Kritik S. 18: »Wäre dem wirklich so — nämlich ein Stickstoffansatz nach Alkoholgaben zur genügenden Nahrung — es wäre alsdann nicht zweifelhaft, dafs der Alkohol als Eiweifssparer gewirkt haben würde.« Nun, die Thatsache besteht jetzt, es ist Stickstoffansatz eingetreten — also wird Rosemann seine eigenen Worte nicht zurücknehmen und anderseits auch nicht behaupten können, es wäre auch ohne Alkohol dasselbe eingetreten.

Hiermit hätte ich den Versuch abschliefsen können, da durch ihn die Resultate meines ersten Versuchs und meine Annahme, dafs der Alkohol Eiweifs spart, vollkommen bestätigt war.

Es lag mir aber noch daran, zu wissen, ob auch der Alkohol, in seiner Fähigkeit Eiweifs zu sparen, dem Fett ganz ebenbürtig, oder ob er ihm doch nicht ganz gleichzustellen sei.

Es wurde deshalb, wie schon erwähnt, in einer III. Periode der Alkohol in Mengen von 100 g noch weitere 7 Tage verabfolgt, dagegen eine dem Alkohol äquivalente Menge Fett aus der Nahrung weggelassen.

Dadurch verringerten sich die Calorien von 3310 auf 2583, also auf dieselbe Menge wie in der I. Periode.

Erzielte ich nun in der I. Periode Stickstoffgleichgewicht und in der III. Periode, in der an Stelle von Fett Alkohol eingesetzt war, ebenfalls Stickstoffgleichgewicht, so mufste der Alkohol dem Fett an Sparkraft ebenbürtig sein.

Wir sehen aber hier eine geringe Minusbilanz auftreten, die allerdings nur — 0,21 beträgt. Die Menge ist so gering, dafs sie in einem andern Falle vielleicht nicht beachtet werden brauchte, da solche Senkungen oder Erhebungen über die Norm nichts Auffallendes sind, aber in diesem Falle, wo der Organismus auf jede Änderung prompt reagiert, darf man doch die Möglichkeit nicht von der Hand weisen, dafs hier der Alkohol nicht ganz vikariierend für das Fett eingetreten und dadurch der geringe N-Verlust eingetreten ist.

Diese Annahme wurde bestätigt durch eine IV. und letzte Periode, in der der Alkohol weggelassen und wiederum durch Fett ersetzt wurde. Aufserdem wurde durch weitere Zugabe von Fett und Öl die Calorienmenge auf 3304, also auf dieselbe Höhe wie in der II. Periode gebracht.

In jener sahen wir bei der übergenügenden Nahrung einen N-Ansatz von + 2,02. Hier einen N-Ansatz von + 2,42.

In der II. Periode (Fett-Alkohol) besteht also gegenüber der IV. Periode (nur Fett) ein etwas geringerer N-Ansatz. Die Differenz beträgt — 0,41. D. h., es scheint auch hier der Alkohol an Eiweifs sparender Kraft nicht so viel zu vermögen wie das Fett. Damit stimmt ziemlich gut, dafs nach den Autoren bis zu 10% des Alkohols den Körper unausgenutzt verlassen.

Abgesehen von diesen Erwägungen, wird aber auch durch die III. Periode bewiesen, dafs der Alkohol genau wie in der II. Periode das Eiweifs vor der Verbrennung schützt.

Es mag vielleicht noch bemerkt werden, dafs in der IV. Periode die Harnmenge wieder etwas sinkt. Die Kotmenge bleibt fast genau dieselbe wie in den anderen Perioden. Das Körpergewicht nimmt im Verlauf der 36 Tage fast um ein Kilo zu, eine Thatsache, die gewifs nicht gegen den entfalteten günstigen Einflufs des Alkohols spricht. Und wenn auch sonst auf eine geringe Vermehrung oder Verminderung des Gewichts nicht viel zu geben ist, so bleibt doch der im ganzen gleichmäfsige Anstieg beachtenswert. Im übrigen dürfte alles andere aus der Tabelle und aus den Kurven klar zu ersehen sein.

B. Vergleich mit meinem ersten Versuch.

Es scheint mir zunächst der Punkt besonders erwähnenswert, dafs in beiden Versuchen bei Anwendung verschiedener Methodik doch das gleiche Ergebnis erzielt wurde. So konnte einmal bei Unterernährung und Alkohol fast genau Stickstoffgleichgewicht erreicht werden.

1. Versuch, III. Periode und 2. Versuch III. Periode.

Anderseits wurde bei genügender Nahrung und Alkohol Stickstoffansatz erzielt.

1. Versuch, IV. Periode und 2. Versuch, II. Periode.

Weiterhin ist zu bemerken, dafs der Stickstoffansatz in der Alkoholperiode im 2. Versuch noch etwas gröfser war als im 1. Versuch.

2. Versuch, II. Periode. Bilanz + 2,02.
1. Versuch, IV. Periode. Bilanz + 1,35.

Trotzdem ist er etwas geringer, als wenn an Stelle des Alkohols nur Fett gegeben wurde.

2. Versuch, II. Periode: Alkohol im Überschufs. Bilanz + 2,02.
2. Versuch, IV. Periode: Fett im Überschufs. Bilanz + 2,42.

Die etwas geringere Sparwirkung des Alkohols gegenüber dem Fett wird auch in den Perioden beider Versuche noch bestätigt, in denen zur ungenügenden Nahrung Alkohol zugesetzt wurde.

1. Versuch, III. Periode: Bilanz — 0,32,
2. Versuch, III. Periode: Bilanz — 0,21,

während bei Fettzugabe ja Stickstoffgleichgewicht vorhanden war.

Aus dieser kurzen Bilanzübersicht geht wieder deutlich hervor, wie unumgänglich notwendig es ist, nicht nur die eine Periode mit der vorhergehenden zu vergleichen, sondern alle Perioden unter sich, da man eben nur aus diesem Vergleich die richtigen Schlüsse ziehen kann.

Es wäre z. B. ganz sinnlos, die III. Periode mit der II. Periode im 2. Versuch nur deshalb miteinander vergleichen zu wollen,

weil sie »zeitlich aufeinander folgen«. Sonst aber haben sie nichts miteinander zu thun, da jede etwas ganz Anderes zeigen und beweisen soll.

Die II. Periode soll zeigen, ob der Alkohol überhaupt eiweifssparend wirkt, und die IV. Periode, wie grofs seine eiweifssparende Wirkung ist.

Übereinstimmend in beiden Versuchen ist ferner in der Alkoholperiode eine geringere Erhöhung der Urinmenge und anderseits die Beobachtung, dafs sich der Organismus in sehr kurzer Zeit an gröfsere Alkoholdosen gewöhnen kann.

In beiden Versuchen gelang die Gewöhnung in der kurzen Zeit von 5—6 Tagen; einmal nach Überwindung der Intoxikation, das andere Mal unter Vermeidung der Intoxikation.

So sehen wir, dafs die erzielten Ergebnisse vollständig in dem Punkte der Eiweifssparung miteinander übereinstimmen und ich halte die Resultate für um so wichtiger, weil es gewonnen wurde an ein und derselben Person, zu ganz verschiedenen Zeiten und bei anders eingerichteter Nahrung, namentlich bei ganz anderem Eiweifskostmafs, aber sonst unter gleichen Bedingungen und Verhältnissen.

C. Die Ergebnisse anderer Untersuchungen.

Es möge zunächst noch ein Wort über die Beurteilung des Schmidtschen Versuches Platz finden.

Schmidt stellte an sich einen Versuch an, den er in drei Perioden einteilte.

Die Stickstoff-Einfuhr betrug 15,5449 g pro die. Die Ausgaben gestalteten sich, wie in Tabelle VII S. 107 angegeben.

Rosemann resp. Schmidt sagt nun über seinen Versuch:

»Wie man sieht, schwankt die Gesamt-N-Ausscheidung an den einzelnen Tagen ziemlich stark. Es wird dies bei eiweifsreicher Nahrung beim Menschen immer mehr oder weniger beobachtet.«

Tabelle VII.

	Kot	Kot-N		Harn-N	Gesamt-N	Wirkliche Bilanz	Umgerechnete Bilanz
Vorperiode	13	0,32		12,54	14,21	+ 1,34	+ 0,62
	17	0,45		13,97	15,63	— 0,09	+ 0,62
	142	2,91		12,27	13,93	+ 1,6	+ 0,42
	146	3,14	1,66	14,66	16,32	— 0,78	+ 0,42
	100	1,95		13,77	15,43	+ 0,11	— 0,34
	57	1,20		14,68	16,34	— 0,8	— 0,34
Hauptperiode	80	1,74		13,56	15,93	— 0,39	— 0,21
	97	1,32	2,37	13,20	15,58	— 0,04	— 0,21
	71	1,81		13,57	15,95	— 0,4	— 0,18
	158	3,62		13,14	15,51	+ 0,03	— 0,18
Nachperiode	—	—		13,39	14,70	+ 0,85	+ 0,44
	55	1,46	1,3114	14,20	15,51	+ 0,03	+ 0,44
	110	2,92		14,22	15,53	+ 0,01	— 0,08
	28	0,87		14,41	15,72	— 0,18	— 0,08

An anderer Stelle[1]) sagt Rosemann aber auch über Schöneseiffens Versuch: — »Dafs gleichwohl die Schwankungen — in der N-Bilanz — nicht unbeträchtlich sind, ist leicht verständlich, wenn man daran denkt, dafs es sich um eine ungenügende Nahrung handelte.«

Hier soll also einmal die eiweifsreiche, das andere Mal die ungenügende Nahrung an der ungleichmäfsigen N-Ausfuhr schuld sein, eine Thatsache, die bei den Versuchen Anderer und meinen Versuchen nicht zu bemerken ist. Sollte es nicht viel näher liegen, dafs auch Schmidt gleich wie Schöneseiffen nicht das geeignetste Versuchsobjekt gewesen ist?

Die Schwankungen sind so bedeutend, dafs man sich genötigt sah, »etwas längere Zeiträume, z. B. zwei aufeinanderfolgende Tage (!) in Betracht« zu ziehen und die obenstehende umgerechnete Bilanz zur Beurteilung der Versuche heranzuziehen — ein Verfahren übrigens, welches meines Wissens

1) Rosemann, Pflügers Archiv, Bd. 77: Kritik der Neumannschen Arbeit, S. 7.

sonst nicht geübt wird und dessen Sicherheit sehr zu bezweifeln sein dürfte.

Rosemann zieht nun aus seiner Bilanz folgenden summarischen Schlufs[1]): »Sieht man von diesen unbedeutenden (vorher waren sie »ziemlich starke« Ref.) Schwankungen ab, so kann man das Resultat des Versuchs dahin zusammenfassen, dafs sowohl vor, wie während und nach der Alkoholperiode das Gleichgewicht unverändert geblieben ist. Der Alkohol vermochte also in diesem Falle, zu einer ausreichenden Nahrung hinzugefügt, keinerlei Eiweifsansatz zu bewirken.«

An anderer Stelle[2]) lesen wir aber von Rosemann über den Schmidtschen Versuch: »Man wird diesen Stickstoffansatz (in der Nachperiode) am besten als eine indirekte Folge des Alkohols aufzufassen haben: Der Körper hat während der Alkoholperiode Fett angesetzt und dieses übt seine eiweifssparende Wirkung auf den Eiweifsbestand aus.

Also das eine Mal sagt Rosemann, es sei in der Nachperiode ein unverändertes Gleichgewicht vorhanden und keinerlei Eiweifsansatz bewirkt worden, das andere Mal aber, es sei doch ein Stickstoffansatz da, den der Alkohol indirekt bewirkt habe.

Wenn aber von Rosemann selbst über einen und denselben Versuch so widersprechend geurteilt wird, so ist nur der eine Schlufs möglich, dafs die Resultate nicht eindeutig sind.

Es kann eben aus diesem Versuch, wie Rosenfeld[3]) schon ganz richtig bemerkt hat, sowohl eine geringe Mehrausscheidung von Stickstoff, als auch eine Sparwirkung des Alkohols herausgelesen werden.

Betrachten wir den Versuch etwas genauer, so tritt in der Alkoholperiode zunächst ein geringer N-Verlust ein, der in der Nachperiode einem N-Ansatz Platz macht.

1) Rosemann, Pflügers Archiv, Bd. 77: Kritik der Neumannschen Arbeit, S. 5.

2) Rosemann, Zeitschr. f. Diätet. u. physik. Therapie, 1898, I, S. 153.

3) Rosenfeld, Therapie der Gegenwart, 1900. Februarheft.

Dieser N-Verlust wird von Rosemann[1]) »als völlig innerhalb der Versuchsfehler liegend angesehen«, während dies, wie ich glaube, mit viel gröſserer Wahrscheinlichkeit auf die Wirkung des Alkohols zu setzen ist.

In meinem ersten Versuch war genau dasselbe der Fall, nur war die Wirkung viel stärker, weil ich nicht an den Alkohol gewöhnt war. Schmidt dagegen war an mäſsigen Alkohol gewöhnt und Rosemann gibt selbst zu[2]), »daſs diese giftige Wirkung bei den Versuchen anderer über Alkohol bei weitem nicht so erklatant zum Vorschein kommt, weil sie eben an Personen ausgeführt wurden, die nicht an Alkohol gewöhnt waren.« Wir hatten hier also nur einen geringen N-Verlust zu erwarten. Bereits am 4. Tage der Alkoholperiode sehen wir aber die N-Bilanz positiv werden, also einen geringen Stickstoffansatz eintreten, der in den ersten 2 Tagen der Nachperiode noch deutlich sich bemerkbar macht.

Es wurde nun eben leider die Alkoholperiode bereits nach 4 Tagen abgebrochen, sonst wäre die eiweiſssparende Wirkung ganz sicher noch bestimmter zum Ausdruck gekommen.

Daſs Rosemann diese Sparwirkung des Alkohols zum Teil bereits anerkennt, geht auch aus Äuſserungen über den Schmidtschen und Miuraschen[3]) Versuch hervor, indem er sagt, daſs »in diesem — dem Schmidtschen Versuch — eine eventuell vorhandene eiweiſssparende Wirkung des Alkohols verschleiert worden sei« und weiter beim Miuraschen Versuch: »Daſs es dem Alkohol vielleicht nach längerer Zeit gelungen wäre, diesen Eingriff (d. h. das Weglassen des Fettes aus der Nahrung) zu kompensieren.«

Wir entnehmen also diesen Erwägungen, daſs der Schmidtsche Versuch ebenso gut im Sinne der eiweiſssparenden Wirkung des Alkohols aufzufassen ist, jedenfalls aber niemals als Beweisstück gegen die Resultate meiner Versuche ins Feld geführt werden kann.

---

1) Rosemann, Zeitschr. f. Diätet. u. physik. Therapie, 1898, I, S. 153.
2) Rosemann, Pflügers Arch. Kritik d. Neumannschen Arbeit, S. 15.
3) Rosemann, Deutsche med. Wochenschr. Nr. 19, 1899, S. 304.

Wenn daher Rosemann an mich und Offer das Verlangen richtet[1]), unsere Resultate richtig zu deuten, so könnten wir billigerweise von ihm dasselbe verlangen.

Ganz ähnliche, aber noch sicherer für den Alkohol als Eiweifssparer sprechende Resultate liegen uns vor in dem Offerschen Versuche.

Derselbe zerfällt in drei Perioden: Die N-Einfuhr beträgt 18,25 g. In der Hauptperiode werden 100 g Alkohol gegeben. Die Angaben sind folgende.

Tabelle VIII.

	Harn N	Kot-N	Gesamt-N	Bilanz
Vorperiode .	14,45	2,54	16,99	+ 1,26
	16,39		18,93	— 0,6
	14,85		17,39	+ 0,86
	15,46		18,00	+ 0,25
	15,15		17,69	+ 0,56
	15,62		18,22	+ 0,03
Hauptperiode	15,96	2,60	18,56	— 0,3
	15,32		17,92	+ 0,3
	14,31		16,91	+ 1,34
	13,67		16,27	+ 1,98
	13,00		15,60	+ 2,55
Nachperiode .	15,05	2,58	17,63	+ 0,6
	14,66		17,24	+ 1,01
	14,60		17,18	+ 1,07
	13,80		16,38	+ 1,87

Wir sehen in der Vorperiode einen geringen Stickstoffansatz (Mittel + 0,46). Alsdann erfolgt — wie in allen bisher beobachteten Versuchen — eine etwas vermehrte N-Ausscheidung infolge der Giftwirkung des Alkohols. Am 4. Tage der Hauptperiode ist dieselbe aber überwunden, und es erfolgt N-Ansatz. (Das Mittel aus der ganzen Periode ist + 1 g, das Mittel aus den letzten 3 Tagen + 1,98 g).

Auch in der Nachperiode zeigt sich bei Offer ein Stickstoffansatz.

1) Rosemann, Deutsche med. Wochenschr. Beilage Nr. 23, 1900, S. 84.

Die Schmidtschen Resultate unterscheiden sich im wesentlichen eigentlich nur dadurch von den Offerschen, dafs bei Offer bereits in der Hauptperiode ein sichtbarer N-Ansatz auftritt.

Offer fafst den N-Ansatz in der Nachperiode als unmittelbare Nachwirkung des Alkohols auf, Rosemann als indirekte Folge des Alkohols, also dem Sinne nach für dasselbe.

Und wie urteilt Rosemann[2]) über diese Offersche Auffassung? Er sagt: »Und daraus zieht Offer den Schlufs, dafs der Alkohol in seinem Versuche eine deutliche Eiweifssparung bewirkt hätte! In der Hauptperiode ist ja der Eiweifsansatz gröfser wie in der Vorperiode, dafs er aber in der Nachperiode nach Weglassen des Alkohols nun gar noch gröfser ist, das kümmert Offer nicht. Ja, er zieht sogar aus dem Verhalten der Stickstoffausscheidung in der Nachperiode unbegreiflicherweise eine Stütze für seine Ansicht.«

Ist es nicht erlaubt, aus den Resultaten seiner Versuche berechtigte Schlüsse zu ziehen? Zieht nicht Rosemann aus dem Schmidtschen Versuch auch Schlüsse als Stütze für seine Ansicht, auch wenn sie anders gedeutet, richtiger gewesen wären? Für so unbegreiflich halte ich also den Offerschen Schlufs nicht.

Dagegen wundert mich vielmehr das vernichtende Urteil, mit dem Rosemann die 22 Seiten lange Kritik der Offerschen Arbeit abschliefst. Er sagt:

»Der Offersche Versuch ist in seiner Methodik mangelhaft, die Resultate stehen im direkten Gegensatz mit der allgemeinen Erfahrung, ja sogar im direkten Gegensatz mit dem Schlufs, den Offer selbst daraus zieht.[3]) Der ganze Versuch ist daher wertlos und beweist für die vorliegende Frage nicht das Geringste.« Dies Urteil, sage ich, ist für die Offersche Arbeit, die absichtlich kurz gehalten wurde und

---

1) Offer, Inwieweit ist Alkohol ein Eiweifssparer? Wiener klinische Wochenschr., Jahrg. XII, Nr. 41, S. 1009.

2) Rosemann, Pflügers Archiv, Bd 78, S. 461.

3) Rosemann, Pflügers Archiv, Bd. 78, S. 474.

daher mancher Details entbehrt, sicherlich nicht zutreffend. Etwas mehr Beachtung, selbst wenn der Autor zu gegenteiligem Schlufs gelangt, wie Rosemann, verdient sie nun doch, und es ist anzunehmen, dafs sich Offer zu dem Vorwurf, »kurz es fehlt alles, was notwendig ist, um dem Leser die Überzeugung von der Zuverlässigkeit des Versuches zu geben«, selbst noch äufsern dürfte.

Ich kann hier nicht ausführlich auf die weitere Besprechung der Rosemannschen Kritik eingehen, ein Punkt sei nur noch hervorgehoben, der auch von allgemeinem Interesse ist.

In der Offerschen und in meiner Arbeit findet sich der Satz: Der Alkohol wirkt fettsparend, das Fett spart aber Eiweifs, folglich kann der Alkohol Eiweifs sparen, eine Auffassung, die von vielen Seiten geteilt wird. Gegen diese Schlufsfolgerung wendet sich aber Rosemann ebenfalls, indem er folgendes sagt: Das Fett schützt das Körpereiweifs dadurch, dafs es im Körper selbst verbrennt und eben dadurch das Eiweifs aus der Zersetzung herausdrängt. Wenn wir aber sagen, der Alkohol wirkt fettsparend, so sagen wir doch damit, dafs der Alkohol durch das Fett vor der Zersetzung bewahrt wird, also nicht verbrennt. Das Fett aber, das nicht verbrennt, kann also auch keine Eiweifsersparnis bewirken. So lange wir also Alkohol geben, so lange kann es also weder direkt noch indirekt zu einer Eiweifssparung kommen. Später allerdings, wenn wir den Alkohol fortlassen, wird jenes unter der Alkoholwirkung ersparte Fett zerfallen und dann natürlich auch eiweifssparend wirken und dann werden die Eiweifsverluste geringer ausfallen, als sie es gewesen wären, wenn das Fett nicht vorhanden wäre.

Gegen diese Logik kann ich gar nichts Treffenderes anführen als die Entgegnung von Kassowitz[1]), in der er folgendes ausführt: »Der aufmerksame Leser wird aber sicherlich bereits bemerkt haben, wo hier der Fehler steckt. Rosemann sagt: So lange wir Alkohol geben, kann keine Eiweifssparung

1) Kassowitz, Deutsche med. Wochenschr., 1900, Nr. 33, S. 532.

stattfinden, weil das ersparte Fett nicht verbrennt. Wie lange geben wir aber Alkohol? Wenn ein Versuchstier einmal im Tage Alkohol bekommt, so geben wir ihm den Alkohol eine halbe oder vielleicht eine ganze Stunde und die übrigen 23 Stunden geben wir ihm keinen Alkohol. Nun ist es ja bewiesen, dafs der Alkohol sehr schnell im Körper verbrennt. Ist aber der Alkohol einmal verbrannt, dann ist weit und breit nicht abzusehen, warum das durch seine Verbrennung ersparte Fett nicht wie jedes andere Körperfett verbrennen und wie jedes andere verbrennende Fett das Körpereiweifs schützen soll; und wenn nun in der Alkoholperiode ebenfalls den gröfsten Teil des Tages kein Alkohol verbrannt wird, dann ist wieder unmöglich zu verstehen, warum seine fettsparende Wirkung nicht auch in der Stickstoffbilanz dieses Tages zur Geltung gelangen soll. Aber selbst wenn wir annehmen wollten, dafs an dem Alkoholtage selbst eine Ersparnis von Körpereiweifs durch das ersparte Körperfett nicht möglich sein soll — obwohl ein Grund hierfür absolut nicht aufzufinden ist —, so müfsten wir doch zum mindesten erwarten, dafs an den folgenden Tagen, wo gar kein Alkohol verbrennt, das am Vortage durch die Verbrennung des Alkohols geschützte Fett seinerseits wieder seine eiweifssparende Wirkung entfalten wird.

Es mufs also ein Stoff, hier der Alkohol, der wirklich die Fähigkeit besitzt, fettsparend zu wirken, unbedingt auch imstande sein, Körpereiweifs zu schützen, weil das durch seinen Einflufs ersparte Fett im Körper verbleibt und daher, wie jedes andre Reservefett, seine eiweifsschützende Fähigkeit zur Geltung bringen mufs.«

Damit fällt aber die Rosemannsche Theorie in sich zusammen.

Es wäre übrigens theoretisch auch ganz gleichgültig, ob der Alkohol im Augenblick des Genusses Eiweifs spart oder erst etwas später, wenn er nur überhaupt Eiweifs spart — und dies ist ja bereits genügend festgestellt.

Neuerdings sind nun noch zwei andere Versuche über die eiweifssparende Kraft des Alkohols veröffentlicht worden, welche eine besondere Beachtung verdienen. Es sind die dies Arbeiten von Rosenfeld[1]) und Clopatt[2]).

Der von Rosenfeld veröffentlichte Versuch wurde von Chotzen ausgeführt und zerfiel in drei Perioden. Die N-Einfuhr betrug 11,73 g. An der Methodik ist nichts zu erinnern.

Alkohol wurde in der Hauptperiode an den ersten beiden Tagen 60 g, am 3. und 4. Tag 120 g gegeben.

Die Ausgaben gestalten sich folgendermafsen:

Tabelle IX.

	Harn-N	Kot-N	Gesamt-N	Bilanz
Vorperiode .	10,65	1,77	12,42	— 0,69
	10,36		12,13	— 0,40
	10,92		12,69	— 0,86
Hauptperiode	10,52	0,91	11,43	+ 0,30
	10,30		11,21	+ 0,52
	9,58		10,10	+ 1,63
	9,19		10,71	+ 1,02
Nachperiode .	9,80	1,14	10,94	+ 0,81
	9,16		10,30	+ 1,43

In der Vorperiode besteht eine geringe Unterbilanz (0,68 g N). Sobald aber 60 g Alkohol verabfolgt werden, zeigt sich N-Ansatz (+ 0,41), der bei der doppelten Ration Alkohols auf + 1,54 g N steigt.

Bemerkenswert ist die Thatsache, dafs hier der Alkohol nicht seine giftigen Eigenschaften zum Vorschein kommen läfst. Da Chotzen an Alkohol offenbar gewöhnt war — das Gegenteil ist nicht angegeben — und nur ca. die Hälfte von den in anderen Versuchen gegebenen Alkoholmengen gereicht wurde, so liefse sich diese Wirkung erklären.

1) Rosenfeld, Der Alkohol als Nahrungsmittel. Therapie der Gegenwart, 1900, Februarheft

2) Clopatt, Über die Wirkung des Alkohols auf den menschlichen Stoffwechsel. Skandin. Archiv f. Physiologie, 1901, Bd. XI, Heft 5/6, S. 354.

Auch in der Nachperiode ist N-Ansatz zu verzeichnen, der im Sinne Rosemanns ebenfalls sich auf die »indirekte Alkoholwirkung« beziehen läfst (siehe den Versuch von Schmidt und Offer).

Zweifellos ist hier eine recht erhebliche Stickstoffretention eingetreten, die nur im Sinne der direkten Eiweifssparung des Alkohols aufzufassen ist.

Noch eklatanter ist der Clopattsche Versuch, den Verf. an sich selbst vornahm und über 36 Tage ausdehnte.

In der ersten 12tägigen Periode setzte er sich mit ca. 100 g Eiweifs, 130 g Fett und 250 g Kohlehydrate ins ungefähre Stickstoffgleichgewicht.

In der zweiten 12tägigen Periode wurden ca. 66 g Fett aus der Nahrung entfernt und durch Alkohol ersetzt.

In der III. Periode (12 Tage) wurde wieder dieselbe Nahrung verabfolgt wie in der I. Periode.

Die Bilanz in den einzelnen Perioden ist folgende:

Tabelle X.

Vorperiode		Hauptperiode		Nachperiode		
+ 0,42		+ 0,21		+ 2,32		
— 1,05		— 2,26		+ 0,65		
+ 0,98		— 2,05		+ 0,12		
+ 0,10		— 3,23	Mittel — 1,82	+ 0,78	I. Teil	Mittel + 0,48
+ 2,11		— 0,75		— 0,44		
+ 0,55		— 1,22		+ 0,04		
+ 1,04	Mittel + 0,94	+ 0,61		— 0,12		
+ 2,27		+ 0,70		+ 0,29		
+ 2,76		+ 1,85		+ 0,47		
— 0,02		+ 1,94	Mittel + 1,5	+ 1,74	II. Teil	Mittel + 0,33
+ 0,14		+ 1,90		— 0,38		
+ 1,94		+ 2,17		+ 0,17		

Wir sehen in der I. Periode einen Stickstoffansatz (Mittel + 0,94). Bei Alkoholgenufs erfährt alsdann zunächst die N-Ausfuhr eine starke Zunahme (Mittel — 1,82), bis der Organismus an den Alkohol gewöhnt ist. Dann nimmt die N-Ausfuhr wieder ab und es erfolgt ein bedeutender Ansatz

(Mittel + 1,5). Bei dem Alkoholentzug in der III. Periode kehrt die N-Ausfuhr wieder zur anfänglichen Norm zurück.

Bei Clopatt zeigt der Alkohol also genau dieselbe Einwirkung auf den Organismus wie bei mir, wodurch die Resultate meines ersten Versuches wiederum bestätigt werden.

Gleichzeitig bildet dieser Versuch auch wiederum den Beweis, dafs nur lange Perioden mit Sicherheit ein brauchbares Resultat liefern können. Hätte Clopatt seine Alkoholperiode am 6. Tage abgebrochen, so fand auch er nur einen vermehrten Stickstoffzerfall, wodurch die wirkliche Wirkung des Alkohols falsch beurteilt gewesen wäre, ganz ähnlich wie dies bei Schmidt, Miura und Schöneseiffen der Fall ist.

Clopatt bringt uns aber aufserdem noch einen andern Beweis der eiweifssparenden Kraft des Alkohols durch Versuche, die er im Respirationskasten von Tigerstedt-Sondén angestellt hat. Es ist dies um so dankenswerter, als er der Erste ist, der den Gesamtstoffwechsel bei Alkoholzufuhr beim Menschen studiert hat, und es mufs mit Genugthuung begrüfst werden, dafs er sowohl mittels der Methode des Stickstoffwechsels und der Methode des Gaswechsels das eindeutige Resultat erzielt hat.

Hierdurch ist unzweifelhaft bewiesen, dafs der Alkohol theoretisch ein Nahrungsstoff ist, wobei natürlich immer wieder betont werden mufs, dafs er wegen seiner sonstigen deletären Eigenschaften nicht als solcher verwendet werden soll und kann.

Ich mufs daher Rosemann widersprechen, wenn er behauptet[1]: »Der Alkohol ist eben nur ein Reiz- und Genufsmittel, dem niemals die Rolle eines echten Nahrungsstoffes zukommen kann, weil ihm die eiweifssparende Wirkung abgeht.«

Allerdings ist Rosemann in der Kritik der Offerschen Arbeit wieder ganz anderer Ansicht, denn er sagt[2]: »Es ist

1) Rosemann, Pflügers Archiv, Bd. 77, S. 15.

2) Rosemann, Pflügers Archiv, Bd. 78, S. 464.

mir nicht eingefallen, zu behaupten, dafs nur das ein Nahrungsmittel ist, was Eiweifs spart.« !!

Und ein drittes Mal drückt er sich so aus[1]: »Ich denke, dafs hier klar und deutlich gesagt ist, dafs dasjenige ein Nahrungsmittel ist, was ganz allgemein »andere Stoffe der Nahrung oder Bestandteile des Organismus selbst vor dem Zerfall schützt«, dafs es also für die Frage, ob ein Körper ein Nahrungsstoff sei, ganz gleichgültig ist, ob der in Frage stehende Stoff Eiweifs oder Fett oder beides spart, wenn er nur überhaupt etwas spart.«

Rosemann scheint demnach selbst noch nicht ganz klar darüber zu sein!!

Rückblick.

In der Frage, ob Alkohol Eiweifs spart oder nicht, liegen zur Zeit neun Arbeiten vor, die zur Entscheidung herangezogen werden können. Es sind dies die Arbeiten von Miura, Schmidt, Schöneseiffen, Rosenfeld, Bjerre, Offer, Clopatt und zwei Versuche von mir.

Nach den Schlufsfolgerungen der einzelnen Autoren sprechen die Arbeiten von Miura, Schmidt und Schöneseiffen gegen die eiweifssparende Kraft des Alkohols. Dagegen zeigen mit aller Deutlichkeit die Versuche von Rosenfeld, Bjerre und Offer und mit entschiedener Sicherheit der Versuch von Clopatt und meine beiden Versuche, dafs der Alkohol zweifellos Eiweifs spart.

Schon hiernach könnte es als endgültig feststehend angesehen werden, dafs der Alkohol das Eiweifs vor der Verbrennung schützt, aber diese Thatsache wird noch unumstöfslicher, wenn man die drei Arbeiten, die das Gegenteil beweisen wollen, einer genaueren Kritik unterzieht.

Dann findet man, dafs bei Schmidt und Schöneseiffen die Tendenz des Alkohols, als Eiweifssparer sich bemerkbar zu machen, in der Alkoholperiode resp. in der Nachperiode auch bereits vorhanden ist und von den Autoren auch zugegeben

1) Rosemann, Pflügers Archiv, Bd. 78, S. 465.

wird; es konnte aber die volle Wirkung des Alkohols nicht so deutlich zum Vorschein kommen, weil die Alkoholperiode bei Schmidt und Schöneseiffen und auch bei Miura zu kurz bemessen war. Dieselbe dauerte bei ihnen nur 4—5 Tage, während sie bei Clopatt 12, bei mir einmal 16, das andere Mal 25 Tage anhielt und infolgedessen in den letzten drei Versuchen erst dann aufserordentlich deutlich zum Ausdruck kam.

Ich behaupte daher, dafs besonders durch den Versuch von Clopatt, der bei einer ungenügenden Nahrung durch Alkohol den Körper wieder ins N-Gleichgewicht bringen konnte und durch meine beiden Versuche, in denen sowohl dasselbe Ergebnis erzielt, als auch bei einer genügenden Nahrung durch Alkoholzugabe ein Stickstoffansatz erreicht werden konnte, der Alkohol als Eiweifssparer anzusehen ist.

Hiergegen vermögen weder die, wie wir gesehen haben, wenig beweiskräftigen Arbeiten von Miura, Schmidt und Schöneseiffen, noch die von alkoholgegnerischer Seite geschriebenen Artikel, welche die ihrer Sache nicht dienenden Versuche ganz übergehen oder kaum andeuten[1] [2], etwas zu ändern. Die theoretische Thatsache bleibt aber bestehen, sie soll auch nur als theoretische Wahrheit Beachtung finden, denn kein Besonnener wird den Alkohol in der täglichen Praxis als eiweifssparendes Mittel empfehlen.

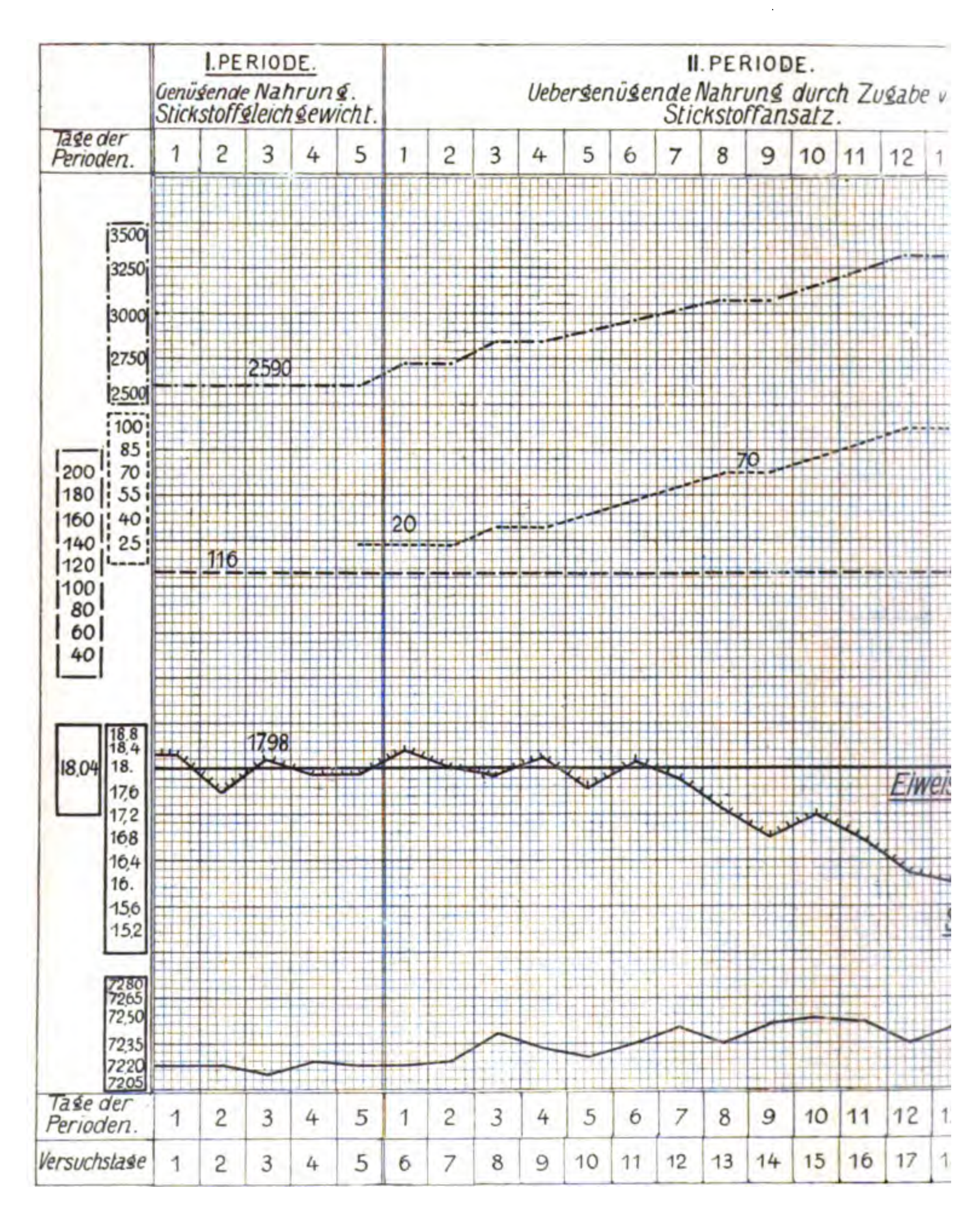
---

1) Marcuse, Münchner med. Wochenschr., 1901.

2) Kassowitz, Wirkt Alkohol nährend oder toxisch? Deutsche med. Wochenschr., 1900, Nr. 32 bis 34.

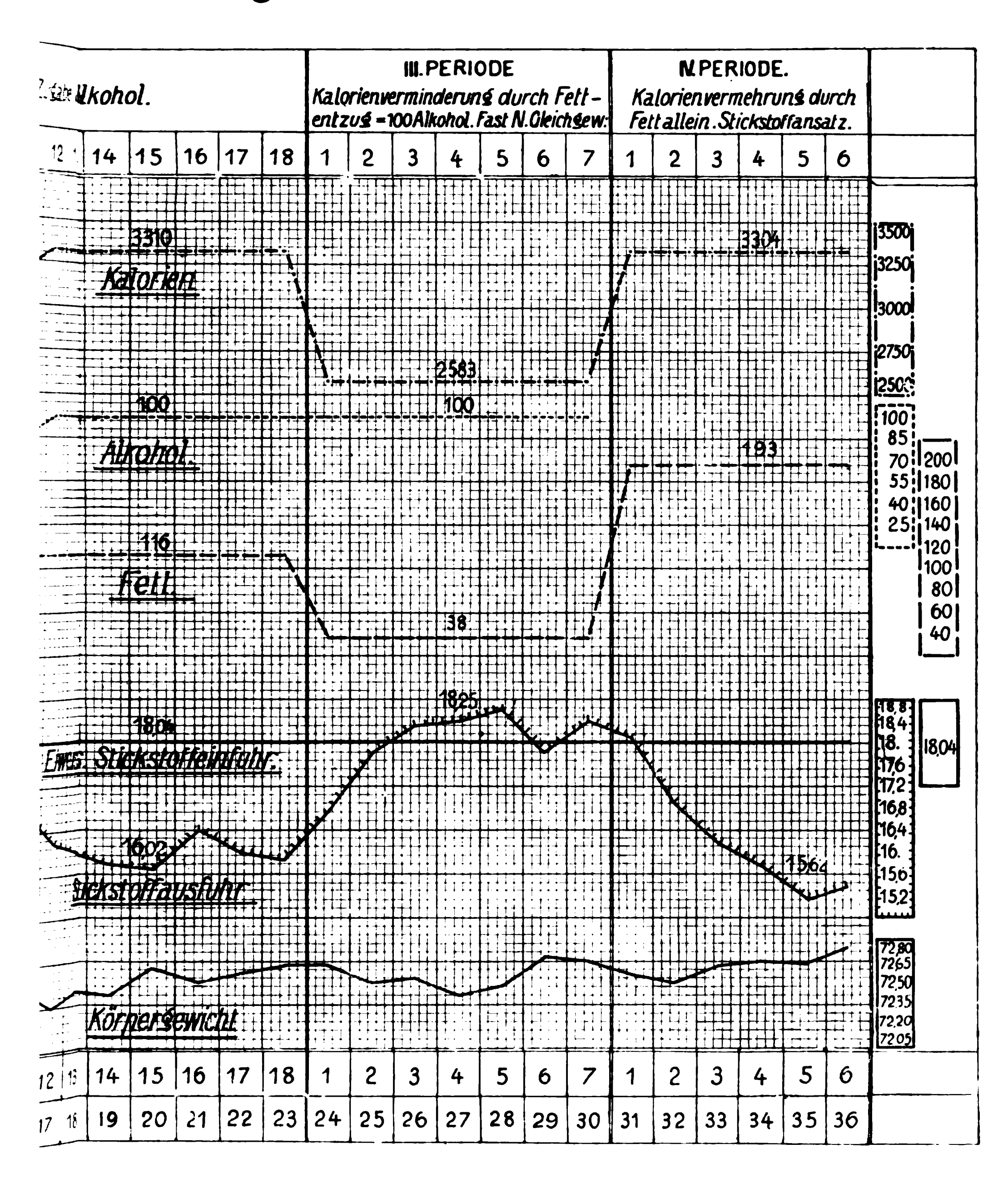


Graphische



Druck und Verlag von R. Oldenbourg in München.

hisc… Darstellung



Über die Spaltung des Butterfettes durch Mikroorganismen.

Von

O. Laxa,
k. k. Assistent.

(Aus der k. k. allgem. Untersuchungsanstalt für Lebensmittel und aus dem hygienischen Institute des Prof. Dr. Gustav Kabrhel in Prag.)

I.

Das Butterfett unterliegt bei Einfluſs bestimmter Mikroorganismen einer Zersetzung. Rubner[1]) hat dies durch Versuche nachgewiesen, bei welchen er steriles Fett in keimfreien Flüssigkeiten, oder solchen, welche keine für Mikroorganismen unentbehrlichen Nährstoffe enthielten, unzersetzt erhielt, während im Gegenteil in nichtsterilen Flüssigkeiten, welche Nährstoffe für Mikroben enthielten, eine Zersetzung des Fettes stattfand.

Die gröſste Zersetzung infolge der Einwirkung von Mikroorganismen erleiden die Fette im Boden, wo sich dieselben, ebenso wie die Eiweiſsstoffe, gänzlich zerlegen.

Desgleichen wird den Mikroorganismen bei der Käsereifung Gelegenheit geboten, auf das Butterfett einzuwirken.

Ähnlich kommen in der Butter, welche eine Emulsion von fein verteiltem Fette mit der Buttermilch darstellt, in der die Mikroben genügende Nährstoffe zu ihrer Vegetation finden, fettspaltende Vorgänge bei Entwicklung von Mikroorganismen vor.

1) Archiv f. Hygiene, 38, 1900, 67.

Die zur Erklärung der Fettspaltung im Boden unternommenen Forschungen, ferner das Studium des Ranzigwerdens und Schimmelns der Butter, sowie der bei der Käsereifung in Betracht kommenden Vorgänge, haben zur näheren Erklärung der Veränderungen der Fette durch Mikroorganismen geführt.

Einen Fall vollkommener Spaltung des Fettes bespricht Salkowski[1]), welcher eine schimmelige 3 Jahre alte Butter analysierte, und dieselbe aus 81,3% freien Fettsäuren und nur 18,7% neutralem Fett bestehend fand. Freies Glycerin konnte nicht nachgewiesen werden.

Rubner[2]) findet, dafs bei der Fettzersetzung im Boden, alle Butterglyceride unter Einwirkung gewisser Mikroorganismen eine gleichmäfsige Spaltung erleiden, wobei die Menge des Fettes abnimmt; er schreibt diese Wirkung hauptsächlich den Schimmelpilzen zu.

Die Veränderungen des Fettes beim Schimmeln haben Hanuš und Štocký[3]) näher studiert; sie fanden, dafs bei diesen Vorgängen das Fett sich spaltet, wobei mehr nichtflüchtige, weniger flüchtige Säuren frei werden. Ferner haben die genannten Autoren eine Verminderung der flüchtigen Säuren und als Folge derselben auch das Sinken der Verseifungs- und Reichert-Meisslschen-Zahl beobachtet.

Eine Reihe von hierher gehörigen Beobachtungen wurde bei der Untersuchung der Veränderungen des Fettes während der Käsereifung gemacht.

So fand Duclaux[4]), dafs das Fett in alten Käsen sich in Glycerin und Fettsäuren spaltet und sucht die Ursache dieser Erscheinung einerseits in der Einwirkung des Lichtes und der Zeit, anderseits in der indirekten Einwirkung der Mikroorganismen, welche durch Spaltung der Eweifsstoffe Ammoniak produzieren, das wieder die Fettverseifung bewirkt.

---

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie, 15, 321—350.

2) Archiv f. Hygiene, 38, 1900, 67.

3) Zeitschr. f. Untersuchung der Nahrungs- u. Genufsmittel, 1900, 606.

4) Le lait. 1887. Principes de laiterie.

Bei der Fettspaltung werden hauptsächlich die Glyceride der nichtflüchtigen Säuren und in geringem Maſse die flüchtigen Fettsäuren angegriffen. Duclaux fand zugleich eine Abnahme der flüchtigen Säuren, denn in einem Fette aus einem 5jährigen Käse wurden nur 0,9% (flüchtiger) Fettsäuren gefunden, wogegen ursprünglich 7% vorhanden waren.

Scala und Jacoangeli[1]) untersuchten harte Schafmilchkäse und fanden auch eine Spaltung des Butterfettes nebst einer Abnahme der flüchtigen Fettsäuren, denn die Reicher-Meisslsche Zahl ist während der Reifung gesunken, während die Säurezahl infolge der Spaltung der nichtflüchtigen Fettsäuren bedeutend anstieg.

Ebenso haben Weigmann und Backe[2]) in verschiedenen Sorten von Kuhmilchkäse 1 bis 7% des extrahierten Fettes freigewordene nichtflüchtige Fettsäuren gefunden; in den harten Käsen weniger, in den weichen Käsen bedeutend mehr, bis zu 7%.

Derartige Veränderungen fand auch Windisch[3]) und führt an, daſs die Reichert-Meisslsche Zahl des Fettes aus frischem Romadurkäse von 26, nach 3monatlicher Reifung auf 14,8 gesunken ist.

Nach den Beobachtungen von Kirsten[4]) über die Veränderungen des Fettes bei einigen Käsearten, die im Verlaufe der Reifung stattgefunden haben, ist die Refraktion, die Verseifungs- und die Reichert-Meisslsche Zahl in stetiger, wenn auch geringer Abnahme begriffen.

Auch ich kam zu ganz analogen Resultaten, indem ich bei Backsteinkäse die Fettspaltung von der Oberfläche nach dem Innern zu vor sich gehen sah[5]).

Ganz eigentümlich gingen die Fettveränderungen in den Käsen, welche E. von Raumer[6]) geprüft hat, vor sich.

1) Annali dell' Instituto d'Igiene sperimentale della R. Università di Roma, 2, 1892; 2, 146.

2) Milchzeitung, 1898, 27, 757.

3) Arbeiten aus dem k. Gesundheitsamte, 1898, 14, 506—600.

4) Zeitschr. f. Nahrungs- und Genuſsmittel, 1898, I, 742.

5) Ebenda, II, 1899, 851.

6) Zeitschr. f. angew. Chemie, 1897, 77.

Das Fett aus überreifen Limburger Käsen hatte eine abnorm hohe Reichert-Meisslsche Zahl und auch reife harte Käsearten haben ein Fett mit ungewöhnlich hohen Zahlen geliefert; daraus kann man schliefsen, dafs während der Reifung eine Menge flüchtiger Fettsäuren sich bildet und zwar sowohl aus Kaseïn als auch aus dem Fette.

E. von Raumer arbeitete mit einem vermittels Äther extrahierten, jedoch nicht gewaschenen Fette, welches allerdings flüchtige Fettsäuren enthielt, welche sowohl aus dem Kaseïn, als auch aus dem Milchzucker entstanden sind, und welche die Menge der flüchtigen Säuren bedeutend erhöht haben.

Windisch[1]) hat diese Veränderungen bei Margarinekäsen, welche arm an Glyceriden der flüchtigen Säuren sind, studiert, doch selbst nach 10 Monaten konnte er keine Zunahme der flüchtigen Säuren verzeichnen, woraus er deduciert, dafs eine intensive Bildung von flüchtigen Säuren sich nicht immer und und unter normalen Umständen einstellt.

Windisch hat im Gegenteile an der Hand eines reichen Materials von Analysen des Fettes verschiedener Käsearten den Beweis erbracht, dafs die Mehrzahl der Fette der reifen Käse eine abnorm niedere Zahl der flüchtigen Fettsäuren aufweist.

Aus den angeführten Arbeiten geht hervor, dafs durch die Wirkung gewisser Mikroorganismen·

1. das Butterfett eine Veränderung erleidet;
2. diese Veränderung in der Spaltung der Glyceride, sowohl der flüchtigen, als auch der nichtflüchtigen Fettsäuren besteht;
3. bei der Fettspaltung im gröfserem Mafse die nichtflüchtigen, in geringerem die flüchtigen Fettsäuren frei werden;
4. die Menge der flüchtigen Fettsäuren sich vermindert;

Mit dem Studium des Einflusses der Reinkulturen von Mikroorganismen auf das Butterfett konnte erst dann begonnen werden, bis exakte Kultivationsmethoden bekannt geworden sind. So

1) Siehe Anmerkung 3 S. 121.

hat Sommaruga[1]) eine ganze Reihe von Saprophyten und pathogenen Bakterien, sowohl als auch Hefearten nach dieser Richtung hin geprüft, indem er dieselben auf Agar, in welchem das Fett fein verteilt war, wachsen liefs. Dieser Autor ging von dem Standpunkte aus, dafs die Mikroorganismen durch Spaltung der Glyceride Glycerin zu erlangen suchen und auf diese Weise die Fettsäuren freimachen, welche durch Titration bestimmt werden können, und er fand auch thatsächlich, dafs einzelne Mikroorganismen das Fett spalten.

In den angeführten Versuchen konnte jedoch die Ursache der Acidität nicht nur in dem Freiwerden der Fettsäuren gesucht werden, sondern auch in der Veränderung anderer Nährstoffe, welche im Agar zugegen sind, so dafs auf eine Spaltung des Fettes mit Sicherheit nicht geschlossen werden kann.

Krueger[2]) beobachtete, in welcher Weise die aus verdorbener Butter isolierten Mikroorganismen auf die Kalkseifen der Fettsäuren, welche aus Butterfett gewonnen wurden, einwirken. Er züchtete die Mikroben in einer Flüssigkeit, die aus einer wässerigen Lösung von weinsaurem Ammon, schwefelsaurer Magnesia und Natriumchlorid unter Zusatz der erwähnten Seifen bestand.

Von den isolierten Mikroorganismen wuchs in dieser Flüssigkeit nur Bacillus fluorescens non liquefaciens.

Die vergorene Flüssigkeit hatte ranzigen Geruch, war von saurer Reaktion, und es wurden in ihr Buttersäure und auch Spuren von Ameisensäure nachgewiesen.

Daraus deduciert Krueger, dafs Bacillus fluorescens non liquefaciens die Triglyceride des Butterfettes in Glycerin und Fettsäuren spaltet und die letzteren in Buttersäure, oder auch noch weiter in Ameisensäure überführt.

Reimann[3]) unterzog einige Arten von Mikroorganismen der Untersuchung, um zu erfahren inwieferne dieselben das Fett verändern, wenn sie auf Butter gezüchtet werden. Er bestimmte

1) Zeitschr. f. Hygiene, XVIII, 441.
2) Centralblatt f. Bakteriologie, VII, 426.
3) Centralblatt f. Bakteriologie, II. Abt., VI, 1900.

die Säurezahl des geimpften und des Kontrollfettes und kam zu dem Schlusse, dafs Mucor, Bacillus fluorescens liquefaciens, Oidium lactis und ein näher nicht bestimmter Sprofspilz im Butterfett eine hohe Säurezahl zum Erscheinen bringen. Ganz wenig oder gar nicht wirkten Bacillus acidi lactici, weifse Hefe und Rosahefe.

Beim Studium der Bakterien vom Stamme des Bacillus subtilis, welche in der Milch vorkommen, konstatierte Kalischer[1]), dafs bei deren Wachstum in der Milch die Menge des Milchfettes unverändert bleibt.

Ich habe bei meinen, bei einer früheren Gelegenheit ausgeführten Versuchen[2]) das Oidium lactis, welches die Reifung weicher Käse veranlafst, genauer untersucht.

Der Schimmelpilz wurde auf dem sterilen Bruche von dickgelegter Vollmilch gezüchtet. Das Fett, welches nach Ablauf von 14 Tagen bedeutend zerlegt war, zeigte eine hohe Säurezahl, welche nur den nichtflüchtigen Fettsäuren angehörte; zugleich beobachtete ich eine Verminderung der Verseifungszahl und der Zahl der flüchtigen Säuren.

Rubner[3]) stellte Versuche mit einem bestimmten Bacillus an, welchen er in einer Flüssigkeit wachsen liefs, die nebst Nährstoffen und kohlensaurem Kalk, Butterfett enthielt. Die nach Ablauf eines Jahres vorgenommene Analyse ergab, dafs nur 8,4 % des benutzten Fettes unverändert geblieben sind, der übrige Rest war als Fettsäuren, und zwar zum Teile als freie Säuren, zum Teile als Kalkseifen zugegen; ein Teil des Fettes war von dem Bacillus ganz aufgebraucht worden.

II.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur weiteren Erklärung der Veränderungen, die in der Butter durch Mikroorganismen veranlafst werden, bilden. Ich habe mir zur Aufgabe gemacht, die Veränderungen des Butterfettes, welche in den

1) Archiv f. Hygiene, 37, 30.
2) Časopis pro průmysl chemický, X, 1900, 105.
3) Archiv f. Hygiene, 38, 1900, 67.

durch Fermente gespaltenen Stoffen beobachtet wurden, durch Eigenschaften einzelner Mikroorganismen zu erklären.

Vor allem war ich bemüht, die Mikroorganismen zu üppigem Wachstum zu bringen, worauf ich dieselben auf fein verteiltes Fett einwirken liefs. Zu diesem Zwecke wurde als Nährboden Käse gewählt, in welchem die Mikroorganismen einen grofsen Überschufs an Nährstoffen finden, und in dem das Fett zugleich fein verteilt ist.

Es wurden nachfolgende Mikroorganismen benutzt:

1. Milchsäurebakterien.

Streptococcus 1[1]) und Sarcine 1[1]), aus Backsteinkäse gezüchtet. Ferner Bacillus α[2]) durch Prof. Dr. Freudenreich aus Emmenthaler Käse isoliert.

2. Kaseïnpeptonisierende Bakterien.

Tyrotrix tenuis. (Duclaux). Die Kultur stammt aus der Bakteriensammlung des Herrn Doc. Kral in Prag Eine Tyrotrixart aus schlecht sterilisiertem Käse gezüchtet, ferner Bacillus fluorescens liquefaciens, Bacillus 2[1]) und Bacillus 3[1]), die beiden letzteren aus Backsteinkäse isoliert.

3. Schimmelpilze und Saccharomyceten.

Oidium lactis und Penicillium glaucum aus Gorgonzolakäse gezüchtet, weiter eine Mucorart aus schimmeligem Käse isoliert. Ferner wurde eine Hefeart, die häufig im Backsteinkäse vorkommt und mit Torulaarten verwandt zu sein scheint, benutzt.

Zu den jeweiligen Versuchen wurden stets 2 l Vollmilch mit Labflüssigkeit dickgelegt, das ausgeschiedene Paracaseïn, welches noch genügend Molke enthielt, in zwei übereinander gestürzte grofse Glasschüsseln eingelegt und das Ganze in Filtrier-

1) Centralblatt f. Bakteriologie, II. Abt., V, 1899, 755.

2) Für die freundliche Überlassung dieses Bacillus spreche ich dem Herrn Professor Dr. Ed. von Freudenreich hier meinen ergebensten Dank aus.

papier eingewickelt, überbunden und durch 3 aufeinanderfolgende Tage im Dampfe 2 Stunden pro Tag sterilisiert.

Die Käse, in welchem Schimmelpilze und Hefe gezüchtet werden sollten, wurden früher mit Milchsäure angesäuert.

Die Mikroorganismen der Milchsäuregärung wurden auf von der Molke befreitem und ausgepreſstem Kaseïn in Erlenmayer-Kolben gezüchtet.

Auſser dem so präparierten, zur Impfung bestimmten Käse wurde stets ein Kontroll-Käse angesetzt, welcher nach Beendigung des Versuches zugleich mit dem geimpften Käse untersucht wurde.

Die Versuchsobjekte wurden bei Zimmertemperatur an einem dunklen Orte aufbewahrt.

Nach Beendigung der Versuche wurden Platten aus Fleischpeptongelatine gegossen und erst wenn sich dieselben Reinkulturen zeigten, wurde zur Extraktion des Fettes geschritten.

Der Ansatz wurde dann mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und mit Äther geschüttelt.

Das Fett wurde so lange extrahiert bis der ätherische Auszug, abgedampft, nur mehr Spuren von Butterfett hinterlieſs.

Dann wurde das Fett mit warmem Wasser geschütrelt und solange gewaschen, bis das Waschwasser nicht mehr sauer reagierte; sodann wurde filtriert und bei 100° C. getrocknet.

Die analytischen Zahlen wurden nach den üblichen Methoden bestimmt. Die Refraktion wurde bei 40° C. ausgeführt und auf 25° C. umgerechnet.

Die Säurezahl wurde in neutralisiertem Äther-Alkohol mit $^1/_{10}$ Natronlauge bestimmt und in Ccm-Normallauge auf 100 g Fett ausgedrückt.

Die Reichert-Meisslsche Zahl wurde nach der Modifikation von Leffmann-Béam bestimmt, die Jodzahl nach Hübl.

Die Menge der flüchtigen Fettsäuren habe ich aus der Reichert-Meisslschen Zahl und aus dem Gewichte der Kaliseifen nach Henriquez[1]) berechnet.

---

1) Chem. Rev. Fett- und Harz-Industrie, 1898, 5, 169.

Aus der Tabelle I ist das Resultat der einzelnen Versuche deutlich zu entnehmen.

Tabelle I.

Mikroorganismen	Dauer des Versuches in Monaten		Refraktion 25 ° C.	Säurezahl	Verseifungs-zahl	Reichert-Meissische Zahl	Jodzahl	Flüchtige Fettsäuren %	Hehner Zahl
Oidium lactis	4	kontroll.	52,4	4,2	224	27,3	37,7	5,58	85,8
		geimpft	50,3	115,6	217	19,07	41,3	3,96	88,5
Penicillium glaucum	2½	kontroll.	51,8	6,7	219,9	25,8	36,1	5,2	—
		geimpft	51,8	11,3	219,8	25,2	35,5	5,2	—
Mucor	1½	kontroll.	49,7	9,7	222	23,2	30,6	5,34	—
		geimpft	37,15	321,9	205,1	1,8	34,1	0,69	—
Saccharomyces	1½	kontroll.	49,7	9,7	222	23,2	30,6	5,34	—
		geimpft	50,15	12,2	218,8	22,9	31,7	5,40	—
Tyrotrix tenuis	1	kontroll.	52,3	4,1	219,5	24,1	41,9	—	—
		geimpft	52,3	3,7	219,8	24,3	39,2	—	—
Bacillus aus Käse (Tyrotrixart)	1	kontroll.	52,3	4,1	219,5	24,1	41,9	—	—
		geimpft	52,2	2,3	218,7	24,7	40,5	—	—
Bacillus fluoresc. liquefaciens	1	kontroll.	49,3	12,2	222,6	23,7	29,9	5,05	89,7
		geimpft	36,6	197,4	198,4	3,0	32,6	0,94	94,8
Bacillus 2	1	kontroll.	52,6	3,1	217	24,3	39,1	—	—
		geimpft	52,6	7,5	216,8	24,7	39,2	—	—
Bacillus 3	1	kontroll.	49,3	12,2	222,6	23,7	29,9	—	—
		geimpft	49,3	27,9	221,9	23,7	29,1	—	—
Bacillus α	2	kontroll.	51,3	3,4	225,6	26,7	33,3	—	—
		geimpft	51,3	3,7	225,8	26,8	33,1	—	—
Streptokokkus 1	1	kontroll.	51,3	3,4	225,6	26,7	33,3	—	—
		geimpft	51,3	3,6	225,4	26,7	33,0	—	—
Sarcina 1	3	kontroll	51,3	3,4	225,6	26,7	33,3	—	—
		geimpft	—	3,3	226,7	26,0	33,0	—	—

Die Schimmelpilze.

Aus dem bisherigen analytischen Materiale von verschimmelter Butter kann geschlossen werden, dafs die Schimmelpilze eine bedeutende Zerlegung des Fettes bewirken.

Im übrigen bezeugen dies auch meine mit Oidium lactis angestellten Versuche, bei welchen dieser Eumycete in sterilem Käse gezüchtet, das Fett zerlegte.[1])

1) Časopis pro průmysl chemický, X, 1900, 105.

Auch Hanuš und Štocký[1]) sprechen von der grofsen Einwirkung der Schimmelpilze auf das Butterfett, nur ist aus ihrer Arbeit die eigentliche Einwirkung bestimmter Arten nicht zu entnehmen, da sie nicht mit Reinkulturen gearbeitet haben. Die Butter, die den Versuchen mit verschiedenartigen Schimmelpilzen unterzogen wurde, war, wie die Autoren selbst angeben, mit Oidium-Vegetation bedeckt, welche auch die Kontrollbutter ergriffen und verändert hat.

Fassen wir die durch Schimmelpilze bei der Kultivierung auf sterilem Käse entstandenen Veränderungen in meiner vorliegenden Arbeit ins Auge, so sehen wir, dafs von den analytischen Resultaten die Säurezahl die gröfste Veränderung erleidet.

Das extrahierte, mit warmem Wasser gewaschene Fett zeigte eine hohe Säurezahl, wie aus der beigegebenen Tabelle ersichtlich ist, und zwar infolge der Anwesenheit von freien, nichtflüchtigen Fettsäuren.

Über die Entstehung der im Fette vorhandenen nicht flüchtigen Fettsäuren.

Die Entstehung der freien, unlöslichen Fettsäuren in dem aus dem Käse extrahierten Fette kann der Spaltung des Fettes zugeschrieben werden.

Da die Versuche mit Käsen, in welchen ein Überschufs von Eiweifsstoffen ist, die sich im Verlaufe der Reifung zerlegen, vorgenommen wurden, könnte eingewendet werden, dafs ein Teil der vorhandenen unlöslichen Fettsäuren durch den chemischen Zerfall der Eiweifsstoffe entstanden ist.

Wenn wir auch die Resultate der Forschungen von Blondeau,[2]) welche Brassier[3]) und Müller[4]), da sie im Verlaufe der Roquefortkäsereifung keine Fettzunahme konstatieren konnten, unberücksichtigt lassen, so müssen wir doch die Arbeit von Schulze und

---

1) Siehe Anmerkung 3 S. 120.
2) Ann. Chim. Physique, 1, 208.
3) Ebenda, 5, 270.
4) Landw. Jahrbücher, 1, 68.

Weidmann[1]) ins Auge fassen, durch welche festgestellt worden ist, dafs doch wohl eine geringe Zunahme von Fett stattfindet.

In Anbetracht dessen, dafs sich bei der Käsereifung Mikroorganismen beteiligen, und dafs dieselben eine gröfsere synthetische Fähigkeit an den Tag legen als die Zelle der höheren Pflanzen, die aus den Eiweifsstoffen Fett erzeugen kann, haben wir keinen Grund, an der Entstehung des Fettes aus den Eiweifsstoffen zu zweifeln.

Jacobsthal[2]) führt an, dafs während der Käsereifung die Zunahme des Fettes infolge der synthetischen Thätigkeit der Mikroorganismen stattfindet, welche wohl Fett bilden, aber dasselbe später wieder zerlegen, so dafs die Zunahme des Fettes in der Zunahme der nichtflüchtigen Fettsäuren besteht.

Allerdings kann diese Eigenschaft den Mikroorganismen nicht abgesprochen werden, wie die Versuche Nägeli-Loew[3]) lehren, durch welche diese Autoren nachgewiesen haben, dafs die Schimmelpilze in ihrem Organismus Fett sowohl aus Eiweifsstoffen, als auch aus Kohlehydraten zu bilden vermögen.

Es handelt sich aber hauptsächlich darum, nachzuweisen, ob in der Käsemasse chemische zersetzende Vorgänge vor sich gehen, bei welchen aus den Eiweifsstoffen auch merkliche Mengen von nichtflüchtigen Fettsäuren entstehen könnten.

Es ist interessant, in dieser Richtung hin Versuche aufzustellen und sich zu überzeugen, ob die im Kaseïn vegetierenden Schimmelpilze imstande sind, solche Veränderungen hervorzurufen.

Ich habe solche Versuche angestellt und benutzte dazu Caseinum puriss. Merck, welches, obwohl ich dasselbe 2 Tage mit Äther extrahiert habe, noch 0,05 % Fett enthielt.

Milchzucker enthielt das Präparat nicht. Dieses Kaseïn wurde in einer Nährflüssigkeit suspendiert, welche die nachfolgende Zusammensetzung hatte:

Wasser	100 g
Natriumchlorid	0,5 „

1) Stohmann, Milch und Molkereiprodukte, 848.
2) Pflügers Archiv, 54, 484—500.
3) Journ. f. prakt. Chem. (N. F.), 21, 97—114.

Calciumchlorid	0,01 g
Magnesiumchlorid	0,02 „
Neutralphosphorsaures Kali	0,25 „
Milchsäure	0,30 „

Zu 200 ccm dieser Flüssigkeit wurden 6 g Kaseïn zugesetzt, das Ganze sterilisiert und sodann mit Oidium verimpft; nach $3^1/_2$ Monaten habe ich den Versuch beendet.

Da die Versuchsplatten die Anwesenheit nur des ursprünglich zugesetzten Oidium lactis erwiesen, wurde zur weiteren Verarbeitung geschritten.

Die, das zerlegte Kaseïn enthaltende Flüssigkeit wurde unter Zugabe von ausgeglühtem Meersande zur Trockene abgedampft und getrocknet, dann 2 Tage lang mit reinem Äther extrahiert. Es wurde 0,1900 g Ätherrest gewonnen, welcher das Aussehen eines braunen Syrups hatte und auf dessen Oberfläche man deutliche feste Fetttröpfchen wahrnehmen konnte. Der Ätherrest wurde nun im Wasser aufgenommen und die im Wasser löslichen Substanzen bestimmt. Im Ganzen fand ich von diesen löslichen Substanzen 0,1410 g und konnten dieselben hauptsächlich als Rückstände der Milchsäure bestimmt werden.

Das nun isolierte Fett wurde von neuem in Äther gelöst und abgedampft; es waren im ganzen 0,035 g reiner Fettsubstanz natürlich nach Abrechnung des schon ursprünglich im Kaseïn vorhandenen Fettes.

Das derart gewonnene Fett krystallisierte bald und konnte unter dem Mikroskope als besenartig gruppierte Nadeln der Fettsäuren bestimmt werden; in der heifsen Natronlauge lösten sich dieselben rasch und wurden durch Säuren als Flocken wieder ausgeschieden; mit Alkanna färbten sie sich rot.

Da in dem ursprünglichen Kaseïn noch etwas Fett vorhanden war und zwar 0,05 %, so habe ich mich bemüht, das nochmals zerriebene Kaseïn durch neuerliche, abermals 2 Tage dauernde Extraktion mit Äther zu reinigen.

Dadurch wurde ein reineres Präparat erzielt, das nur 0,03 % Fett enthielt.

Dieses, auf solche Art gewonnene Kaseïn wurde nun zu einem im gröfseren Mafsstabe angelegten Versuche benutzt und hierzu ein Liter der Nährflüssigkeit, wie oben angegeben, nebst 8 g Milchsäure und 60 g Kaseïn verwendet. Die sterilisierte Flüssigkeit wurde mit Oidium lactis geimpft. Nachdem das Kaseïn aufgelöst war, wozu drei Monate nötig waren, wurde der Versuch unterbrochen und der Kolbeninhalt unter Zusatz von geglühtem Sande eingedampft, getrocknet und mit Äther extrahiert.

Auf diese Weise wurden 0,834 g eines braunen, nach Käse riechenden Syrups gewonnen, der mit warmem Wasser extrahiert wurde. Der Rückstand, in Äther aufgenommen und nach dem Trocknen gewogen, ergab 0,369 g fettartige Substanz, welche bald fest wurde; auf Kaseïn umgerechnet, fand ich 0,61 %. Bei dieser geringen Menge konnte nur die Jodzahl bestimmt werden und diese betrug 70,1; also eine Zahl, welche von derjenigen des Butterfettes aufserordentlich abweicht und sich eher an jene Fette anlehnt, welche viel ungesättigte Säuren enthalten.

Es erscheint durch diesen Versuch als erwiesen, dass die Menge des Fettes in geringem Mafse gestiegen ist, es erhellt aber aus dem Versuche nicht, auf welche Art diese Vermehrung stattfand, ob sie durch chemische Zersetzungsvorgänge der Eiweifsstoffe oder dadurch zustande kam, dafs Reservestoffe fettartigen Charakters in den Mikrobenzellen sich gebildet haben.

Die Entscheidung könnte in diesem Falle nur dann gefällt werden, wenn man die Oidiumkultur von deren Nährboden zu trennen vermöchte; doch das Oidium bildet an der Oberfläche des Nährmediums anfänglich eine Haut, die sich aber im Laufe des Versuches verändert und als eine schleimigartige Gallerte zu Boden setzt, die man von der übrigen Flüssigkeit nicht zu trennen vermag.

Aus diesem Grunde habe ich den gleichen Versuch mit Penicillium angestellt.

In einem vorläufigen Versuche wurden abermals 6 g Kaseïn, 0,05 % Fett enthaltend, zu 200 ccm Nährflüssigkeit verwendet. Nach zwei Monaten war das Kaseïn aufgelöst und das Penicillium

hat eine leicht, ohne Verluste abhebbare und waschbare, lederartige Decke gebildet.

Die ausgetrocknete Kultur wog 0,7444 g; mit Äther extrahiert ergab dieselbe 0,0143 g einer öligen, fettartigen, tropfförmigen Masse, was, auf die Kultur bezogen, 1,92% oder auf Kaseïn umgerechnet 0,24% Fett ergibt.

Die ölartigen Tröpfchen waren in Wasser unlöslich, in warmer Lauge löslich, nach der Verseifung schied verdünnte Schwefelsäure aus denselben weiſse Flocken von Fettsäuren aus, die in Äther löslich waren, zu besenartigen Krystallen erstarrten und sich mit Alkanna rot färbten.

Die nach der Trennung der Penicilliumvegetation restierende dicke Flüssigkeit wurde unter Zugabe von geglühtem Meersand getrocknet, zerrieben und mit Äther extrahiert, nach Filtration der ätherischen Lösung abgedampft und der Rest gewogen. Es wurden 0,0093 g in Wasser unlöslichen fettartigen Extraktes gewogen, was auf Kaseïn nach Abrechnung des im Kaseïn vorhandenen Fettes umgerechnet, 0,10% ausmacht.

Das so gewonnene Fett unterschied sich von dem aus der Kultur gewonnenen dadurch, daſs es leichter erstarrte.

Dieser Versuch beweist, daſs die Zunahme von Fett im Käse durch synthetische Thätigkeit von Mikroorganismen bedingt ist, welche das Fett aus Eiweiſsstoffen bilden und dasselbe als Reservestoff in ihren Zellen aufspeichern.

Nur auf diese Art kann man sich erklären, warum der gröſste Teil des Gesamtfettes, das auf Kaseïn berechnet 0,34% beträgt, auf die Kultur entfällt, in unserem Falle 24%.

Die Wiederholung desselben Versuches mit einer gröſseren Menge von Kaseïn ergab dasselbe Resultat. Es wurden abermals 60 g Kaseïn, 0,03% Fett enthaltend, in 1 l Nährflüssigkeit suspendiert.

Die Mischung wurde in zwei Portionen geteilt und in zwei übereinandergestürzte groſse Glasschalen eingelegt, um eine gröſsere Oberfläche und dadurch auch eine gröſsere Menge der Kultur zu erzielen, sodann im Dampfe sterilisiert und dann in beiden Portionen mit Penicillium geimpft.

Nachdem das Caseïn aufgelöst war, wozu in diesem Falle kaum ein Monat Zeit notwendig war, wurde der Versuch beendet, die lederartigen Kulturen des Penicillium abgehoben, gewaschen und getrennt von dem veränderten Substrat, analysiert. In diesem Falle wurde etwas weniger Kultur gewonnen, als bei dem früheren Versuche, da ja der Versuch früher unterbrochen wurde. Im ganzen wurden 4,8 g trockener Kultur erzielt. Mit wasserfreiem Äther wurden 0.084 g Fett extrahiert, was auf die Kultur bezogen 1,76 %, auf Caseïn bezogen 0,14 % beträgt.

Bei dem gelbbraunlichen öligen Fette betrug die Jodzahl 77,3, die, wie aus einem Vergleiche mit der des aus dem Oidium erhaltenen hervorgeht, sich der letzteren nähert und mit der für das Butterfett geltenden Zahl nicht übereinstimmt, indem sich dieselbe eher an ein Fett anlehnt, welches viel ungesättigte Säuren enthält. Somit kann die Entstehung des Fettes den Vorgängen in den Zellen der Penicilliumkultur allein zugeschrieben werden.

Die Käsemasse wurde mit ausgeglühtem Meersande getrocknet und extrahiert.

Das gewonnene Fett war zu einer gelben Masse erstarrt und wurde, da es durch einen braunen, saueren Syrup, wahrscheinlich Resten von Milchsäure, verunreinigt war, mit Wasser gewaschen; dadurch wurden 0,088 g einer reinen, fettigen Masse gewonnen, auf das verbrauchte Caseïn gerechnet 0,13 %.

Die Jodzahl dieses Fettes wurde mit 29 befunden, was dem Butterfette entspricht.

Bezugnehmend auf den Ursprung dieses Fettes, so glaube ich annehmen zu können, daſs es Reste von Butterfett sind, welche, in den feinen Partikelchen von Caseïn eingeschlossen, aller Extraktion mit Äther widerstanden haben und erst bei der Auflösung des Caseïns durch die Mikroben frei geworden und bei der Extraktion in den Äther übergegangen sind.

Aus den angeführten Versuchen kann mit Sicherheit geschlossen werden, daſs die in dem Fette des Käses gefundenen nichtflüchtigen Fettsäuren nicht durch die Einwirkung des Oidium und Penicillium aus dem Caseïn entstehen konnten, sondern,

dafs sie lediglich der Zersetzung des Butterfettes durch Mikroorganismen ihre Entstehung verdanken.

Denn unter den bei den Versuchen obwaltenden Umständen kommt es höchstens zu einer geringen Bildung von Fett in den Zellen der betreffenden Mikroorganismen, wogegen eine Bildung von Fettsäuren oder von Fett aus dem Caseïn infolge chemischer Zersetzungsvorgänge nicht in merklicher Menge stattfindet.

Die oben angeführte Schlufsfolgerung kann auch durch direkten Versuch erhärtet werden, bei welchem die Fettsäuren durch die Einwirkung der Schimmelpilze aus dem Butterfette entstanden sind, das in der oben erwähnten Nährflüssigkeit unter Zugabe von 0,3 % Asparagin verteilt wurde ohne jedwede Zugabe von Caseïn; dadurch konnte bewiesen werden, dafs die nichtflüchtigen Fettsäuren des Käsefettes ihren Ursprung nicht in einer Zersetzung des Caseïns haben.

Aus der Emulsion des Butterfettes mit der oben angeführten Nährflüssigkeit, in welcher einzelne Schimmelpilze vegetiert haben, wurde das Fett entfernt und dessen Säurezahl bestimmt; dieselbe finden wir in der folgenden Tabelle.

Schimmelpilze	Dauer des Versuches in Monaten	Säurezahl des Butterfettes aus der	
		Kontroll-Emulsion	geimpften Emulsion
Oidium lactis	$1^1/_2$	23,6	81,9
Penicillium glaucum . .	4	1,9	51,8
Mucor	1	2,7	47,7

Mit der Spaltung der Glyceride geht auch die vollständige Zerstörung des freigewordenen Glycerins einher.

Zum Beweise dieser Annahme kann ein Versuch angeführt werden, zu welchem Oidium lactis in einer 1 proz. Lösung von Glycerin unter Zugabe von Nährstoffen verwendet wurde, und welcher ergeben hat, dafs das Glycerin im Laufe eines Monats aus dem Nährmedium vollständig geschwunden ist.

Nehmen wir also an, dafs durch die Zersetzung des Fettes die Menge des Gesamtfettes eine geringere geworden ist, da ein Teil des Glycerins entschwand, so ergibt sich daraus, dafs die

prozentische Menge der nichtflüchtigen Fettsäuren sowohl als auch der ungesättigten Säuren relativ höher sein wird, wie auch aus der Hehner'schen und Hübl'schen Zahl der Butterfette, die durch die Thätigkeit des Oidium und Mucor umgebildet werden, ersichtlich ist (siehe Tafel I).

Der Verlauf der Fettspaltung und Zersetzung der freigewordenen Säuren.

Über die Spaltung des Butterfettes durch die Thätigkeit der Mikroorganismen besitzt die Ansicht Geltung, dafs bei diesem Vorgange hauptsächlich die nichtflüchtigen Fettsäuren frei werden. Um zu beurteilen, in welcher Weise diese Spaltung vor sich geht, ist es notwendig, den Charakter der frei gewordenen Säuren zu bestimmen.

Die Analyse wurde in der Art ausgeführt, dafs das veränderte Fett mit Normalkalilauge neutralisiert und die wässerige Seifenlösung von dem unveränderten Fette getrennt, unter Zusatz von Meersand abgedampft, und von dem Reste des Fettes durch Petrolätherextraktion befreit wurde.

Die reinen Seifen der frei gewordenen Säuren wurden mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt und die Fettsäuren nach gründlichem Waschen mit warmem Wasser der Analyse unterzogen.

Es wurden ihre Verseifungszahlen bestimmt und aus diesen die Molekulargröfse berechnet. Gleichzeitig wurde ein Teil des Butterfettes aus dem Kontrollkäse verseift, die Seifen mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt und in den mit warmem Wasser gut gewaschenen, nicht löslichen Säuren ebenfalls die Molekulargröfse aus der Verseifungszahl bestimmt. Durch diese Eingriffe wurden die in der nachstehenden Tabelle verzeichneten analytischen Konstanten gewonnen:

Analytische Konstanten	Oidium lactis		Mucor	
	Unlösliche Fettsäuren			
	des Kontrollfettes	durch Schimmelpilz freigewordene	des Kontrollfettes	durch Schimmelpilz freigewordene
Verseifungszahl	212	207	213	204,2
Molekulargröfse	264	271	262	274
Jodzahl . . .	41	46,5	33	31,7

Aus der eben citierten Tabelle erhellt, dafs die durch Schimmelpilze frei gewordenen nicht löslichen Fettsäuren eine bedeutendere Molokulargröfse aufweisen, als die nichtlöslichen Fettsäuren aus dem Fette der Kontrollkäse, oder mit anderen Worten, dafs die Zersetzung des Butterfettes nicht bei allen Säureglyceriden in demselben Verhältnisse vor sich gegangen ist, in welchem dieselben in der Butter zugegen sind.

Aus der Jodzahl der gewonnenen nichtlöslichen Fettsäuren (siehe die oben angeführte Tabelle), kann durch Multiplikation mit dem Faktor 1,1102 die Menge der vorhandenen Ölsäure bestimmt werden.[1]

Unter Benutzung der Molekulargröfse kann dann die Menge der Stearin- und Palmitinsäure, welche in den Fettsäuren zugegen sind, annähernd berechnet werden.[2]

Auf diese Weise kann leicht die Zusammensetzung der durch die Schimmelpilze freigewordenen Säuren bestimmt werden, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist.

Fettsäuren	Oidium lactis	Mucor
Ölsäure	51,6 %	35,5 %
Palmitinsäure	40,4 %	30,9 %
Stearinsäure	8,0 %	33,6 %

Im Gegensatze hierzu konnte die Zusammensetzung der nichtlöslichen Fettsäuren des Kontrollfettes auf diese Art nicht berechnet werden, da die Säuren noch andere, mit niedrigerer Molekulargröfse, enthielten.

Die Spaltung des Butterfettes ging also nicht in allen Glyceriden der nichtlöslichen Fettsäuren gleichmäfsig vor sich, sondern es wurden diejenigen leichter gespalten, welche eine gröfsere Molekulargröfse aufwiesen, denn nur so kann man sich erklären, warum die frei gewordenen nichtflüchtigen Fettsäuren ein gröfseres Molekulargewicht haben, als die des Kontrollfettes und warum die frei gewordenen Fettsäuren nur aus solchen be-

1) Benedikt Ulzer, Analyse der Fette und Wachsarten, 173.
2) Ebenda, 176.

standen, die eine höhere Molekulargröfse haben (Palmitin-, Stearin- und Ölsäure).

Der Zerfall der Glyceride der flüchtigen Säuren ging auf eine andere Weise vor sich.

Hanuš und Štocký haben beobachtet, dafs die Molekulargröfse der flüchtigen Fettsäuren des Butterfettes während des Schimmelns der Butter gestiegen ist.

Bei meinen Beobachtungen ergaben sich nachstehende Molekulargröfsen der flüchtigen Fettsäuren bei der Butter:

Schimmelpilze	Molekulargröfse der flüchtigen Säuren des Butterfettes aus	
	dem Kontrollkäse	dem geimpften Käse
Oidium lactis	102	104
Mucor	115	195

Es geht aus diesem Verhalten hervor, dafs auch bei meinen Versuchen die Molekulargröfse gestiegen ist, welche Erscheinung durch die Zersetzung der Glyceride, die das niedrigste Molekulargewicht aufweisen, zurückgeführt werden könnte.

Warum dies geschah, wird durch weitere Beobachtungen der Eigenschaften der Schimmelpilze klar.

Vergleichen wir die in der Tabelle I enthaltenen Zahlen, so finden wir, dafs die Menge der flüchtigen Säuren bei Oidium und Mucor bedeutend gesunken ist, was zur Folge hatte, dafs sowohl die Verseifungszahl, als auch die Reichert-Meisslsche Zahl gesunken sind.

Das Sinken dieser Zahlen ist schon bei Oidium auffallend, da die Zahl weit unter die Norm der Butter sinkt und bei Mucor schon Zahlen resultieren, die dem Rindstalge oder Margarin entsprechen.

Was jedoch die Refraktion anbelangt, so sehen wir das Gegenteil von diesem Verhalten, denn anstatt, dafs die Zahl steigen würde, sinkt dieselbe, wodurch anch die Möglichkeit geboten wird, ein durch Schimmelpilze verändertes Butterfett vom Rindstalge oder Margarin zu unterscheiden.

Die Verringerung der Menge der flüchtigen Fettsäuren während der Käsereifung ist eine schon lang beobachtete Thatsache. Scala und Jacoangeli[1]) so auch Windisch[2]) erklären diesen Vorgang durch eine Verdunstung der frei gewordenen flüchtigen Fettsäuren. Hanuš und Štocký[3]) haben beim Studium des Schimmelns der Butter die Meinung ausgesprochen, dafs die flüchtigen Säuren durch die Mikroben eine Zersetzung erleiden.

Es erschien mir genug interessant diese Ansichten näher zu studieren, und da die Frage bis jetzt experimentell nicht bearbeitet wurde, die betreffenden Vorgänge einem experimentellen Studium zu unterziehen.

Zu diesem Zwecke habe ich Oidium und Penicilliumkulturen benutzt, welche ich in eine Nährflüssigkeit der früher besprochenen Zusammensetzung, mit einem Zusatz von Asparagin und wenig Milchsäure unter Zugabe von 1 % flüchtigen Säuren und zwar Essig-, Butter-, Capron und Caprylsäure[4]), geimpft habe.

Der Versuch wurde so ausgeführt, dafs in 100 ccm der Flüssigkeit, welche im Dampfe sterilisiert war, nach dem Erkalten mit einer sterilisierten Pipette die gehörige Menge einer der angeführten Säuren zugesetzt wurde. Zugleich wurden unter denselben Kautelen Kontrollkolben angelegt.

In den so vorbereiteten Flüssigkeiten sind keine Schimmelpilze gewachsen.

Es wurde daher die zugesetzte Menge der flüchtigen Säuren auf 5 Tropfen herabgesetzt und erst dann konnte das Wachstum der beiden Schimmelpilzarten beobachtet werden und zwar in der Essigsäurelösung früher als in der Flüssigkeit mit Buttersäurezusatz, und das Oidium ist früher gewachsen als das Penicillium.

Die benutzte Menge der Capron- und Caprylsäure hat das Wachstum der Schimmelpilze verhindert und darum mufste auch

1) Siehe Anmerkung 1 S. 121. — 2) Siehe Anmerkung 3 S. 121. — 3) Siehe Anmerkung 3 S. 120.

4) Es wurden folgende Präparate benutzt: Eisessig (chem. rein); Acidum butyricum puriss., frei von Capron- und Essigsäure (Merck); Acidum capronicum pur. (Isobutylen-Essigsäure) aus Capronitril (Merck); Acidum caprylicum normal. (Merck).

der Zusatz derselben bis auf nur zwei Tropfen vermindert werden und erst unter diesen Umständen zeigte sich in dem Kolben mit Capronsäure nur das Oidium; Penicillium kam überhaupt nicht zur Entwicklung.

Ich habe mich daher noch entschlossen, die zugesetzte Menge der Säuren nur auf einen Tropfen pro 100 ccm der Nährflüssigkeit zu beschränken; dadurch ist es mir gelungen, auch das Wachstum des Penicillium in der Capronsäurelösung zu erzielen. Die Caprylsäure enthaltenden Kölbchen blieben überhaupt steril; vielleicht war die Menge der gegenwärtigen Säure noch so grofs, dafs das Wachstum der Schimmelpilze verhindert wurde. Die Versuche habe ich stets nach 17 Tagen beendet; darauf wurde der Inhalt der Kölbchen mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert, die flüchtigen Fettsäuren abdestilliert und titriert.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate dieser Versuche.

	Essigsäure	Buttersäure	Capronsäure	
Kontrolle	0,084 g	0,1214 g	0,0394 g	0,0244 g
Oidium	0,0186 g	0,0202 g	0,0116 g	—
Penicillium	0,0114 g	0,0185 g	kein Wachstum	Spuren

Noch besser tritt die Einwirkung der Mikroben zu Tage, wenn wir die Säuren in Prozenten ausdrücken. Aus 100 Teilen der benutzten Säuren wurden nach 17 Tagen gefunden:

	Essigsäure	Buttersäure	Capronsäure
Oidium	22	17	28
Penicillium	13	10	0

Ganz ähnliche Resultate wurden auch bei der Kultivierung von Mucor in mit den erwähnten Säuren versetzten Nährflüssigkeiten gefunden. Eine sterile Nährlösung, 0,0648 g Essigsäure enthaltend, war binnen 5 Tagen reichlich mit Mucorvegetation bedeckt und nach 17 Tagen ist die Essigsäure total aus der Flüssigkeit verschwunden. Ein gleich grofser Zusatz von Buttersäure hat das Wachstum von Mucor verhindert.

Aus den angeführten Versuchen erhellt:

1. Die in Betracht kommenden Schimmelpilze zerlegen die flüchtigen Fettsäuren und dadurch erklärt sich das Sinken der Reichert-Meisslschen Zahl und der Verseifungszahl bei dem Fette, auf welches sie eingewirkt haben.

2. Die Schimmelpilze vertragen freie flüchtige Säuren nur in einer gewissen Menge und zwar wird diese Menge mit der steigenden Molekulargröfse immer geringer; jedenfalls steigt die Schädlichkeit der gelösten Fettsäuren. Nur dadurch kann man sich erklären, dafs die Schimmelpilze in der 0,1 proz. Essig- und Buttersäure ganz gut, dagegen aber in der Capronsäure von gleicher Konzentration überhaupt nicht aufkommen konnten.

Die Vegetation hat in der Lösung mit Essigsäure eher begonnen als in der Lösung der Buttersäure.

Wurde der Zusatz der Capronsäure auf 0,04 % herabgesetzt, so konnte auch in ihr ein üppiges Wachstum erzielt werden, wogegen in der Caprylsäure überhaupt keine Vegetation zu Stande kam.

3. Die Spaltung der Säuren war bei den verwendeten Schimmelarten nicht die gleiche.

Man sieht, dafs das Penicillium mehr Empfindlichkeit gegen Säuren zeigte und langsamer wuchs als das Oidium, und dafs Mucor noch empfindlicher ist als Penicillium; wogegen wieder bei den beiden letztgenannten die Zerstörung eine vollkommenere war.

Diese Versuche berechtigen uns zu der nachfolgenden Erklärung der Spaltung des Butterfettes.

Berücksichtigen wir die Thatsache, dafs die durch Schimmelpilze frei gewordenen nichtlöslichen Säuren eine höhere Molekulargröfse haben als die des Kontrollfettes, so finden wir, dafs die Spaltung aller Glyceride nicht gleichmäfsig vor sich geht und es scheint, dafs die bestimmende Rolle hierbei der Qualität der frei gewordenen Fettsäuren zukommt.

Bei Gegenwart von beliebiger Menge der Palmitin-, Stearin- und Ölsäure wachsen die Schimmelpilze ohne Anstand, da diese

Säuren im Wasser unlöslich sind und den Schimmelpilzen nicht schaden können.

Freie flüchtige Säuren werden von den Schimmelpilzen nur im gewissen Maſse vertragen, da sich dieselben den Schimmelpilzen gegenüber als schädlich erweisen und zwar wächst diese Schädlichkeit mit ihrer Molekulargröſse.

Bei der Spaltung der Glyceride der löslichen Fettsäuren werden die Schimmelpilze gewiſs deren übermäſsiges Freiwerden vermeiden, sodaſs je höher die Molekulargröſse der Glyceride sei wird, in um so geringer Menge das Freiwerden und Aufzehren der Säuren vor sich gehen wird, sodaſs in dem stark veränderten Fette nur die Glyceride der höchsten flüchtigen Fettsäuren, welche an der Grenze der Löslichkeit stehen, übrig bleiben und sich jedenfalls als den Pilzen am unzuträglichsten erweisen werden.

Die Spaltung geht also derart vor sich, daſs bei den Glyceriden der nichtlöslichen Fettsäuren die Spaltung ihren Anfang bei denen nimmt, die eine höhere Molekulargröſse aufweisen, wogegen bei den Glyceriden der löslichen Fettsäuren die Spaltung mit der zunehmenden Molekulargröſse abnimmt.

Die Ursachen der Fettspaltung.

Über die eigentlichen Ursachen der Spaltung des Fettes durch Mikroorganismen bestehen verschiedene Ansichten.

1. Duclaux[1]) erklärt die Fettspaltung im Käse durch eine Wechselwirkung zwischen Oxydation und Verseifung. Die Mikroorganismen zerlegen Eiweiſsstoffe, bilden Ammoniak, dieser verseift das Fett; das hierdurch frei gewordene Glycerin wird von den Mikroben verzehrt, wobei abermals Eiweiſsstoffe zerlegt werden und der Vorgang von neuem beginnt.

2. Einige Autoren führen die Spaltung des Fettes auf biochemische Wirkungen zurück, wobei sich Enzyme bilden sollen.

So hat Gérard[2]) dem Penicillium die Fähigkeit zugesprochen, Glyceride spaltendes Enzym zu bilden und Camus[3]) hat einen ähnlich wirkenden Stoff bei Aspergillus beobachtet.

---

1) Le lait, 1887, 61.
2) Compt. rend., 124, 370 (1897).
3) Compt. rend. Soc. biol., 49, 192 (1897).

3. Endlich kann auch angenommen werden, dafs die Zersetzung des Fettes ihren Grund in einem biochemischen Prozesse hat, bei welchem ohne Einwirkung der Enzyme das Glycerin durch Schimmelpilze oxydiert wird, wobei Fettsäuren frei werden.

Die Gegenwart einer verhältnismäfsig grofsen Menge von Ammoniak in altem Käse scheint für die Annahme von der Verseifung des anwesenden Fettes durch das von den Mikroben gebildete Ammoniak zu sprechen, was um so berechtigter zu sein scheint, als wir in altem Käse gröfstenteils die Fettsäuren als Ammoniaksalze antreffen. Mit Rücksicht auf die Bedeutung der Frage von der Einwirkung des freien Ammoniaks auf das Butterfett bei Zimmertemperatur habe ich dieselbe einer experimentellen Untersuchung unterzogen.

Zu diesem Zwecke habe ich das Butterfett mit wässerigem Ammoniak von verschiedener Konzentration emulgiert und in verstopften Flaschen einen Monat bei Zimmertemperatur stehen lassen.

Nach Ablauf dieser Zeit wurde der Inhalt der Kolben unter Kühlung mit verdünnter Schwefelsäure übersättigt und in dem gewaschenen und filtrierten Fette die Säurezahl bestimmt.

In der folgenden Tabelle finden wir die Säurezahlen des Butterfettes.

Konzentration des Ammoniaks	Kontrollfett	Fett aus der Ammoniak-emulsion
3 %	0,57	0,82
6 %	3,3	1,6
20 %	3,8	2,9

Obwohl ich mit möglichst hohen Konzentrationen des Ammoniaks gearbeitet habe, konnte ich doch nicht die geringste Spaltung der Glyceride der nichtflüchtigen Säuren in dem Butterfette verzeichnen.

Die früher angeführten Versuche, bei welchen ich Schimmelpilze in einer Butterfettemulsion, welche aus der angeführten

Nährflüssigkeit mit mineralischen Zusätzen und einer geringen Menge Asparagins bestand, zeigen neben den in der vorausgehenden Tabelle angeführten Resultaten, dafs die Spaltung des Fettes in diesem Falle auf eine andere Art vor sich ging als durch Verseifung, denn in den betreffenden Emulsionen wurde nach der Beendigung der Versuche kein Ammoniak gefunden, obwohl das zugesetzte Butterfett teilweise zerspaltet wurde.

Demzufolge kann also die Zersetzung des Butterfettes in unseren Fällen der Einwirkung von Ammoniak, welches durch die Thätigkeit der Mikroben aus dem Caseïn während der Zersetzung der Käsemasse entstanden ist, nicht zugeschrieben werden.

Mit Rücksicht auf die in meinen Versuchen verwendete Menge Ammoniaks ist priori ausgeschlossen, dafs die geringe Menge von Ammoniak, welche in dem reifen Käse zugegen ist, die Fähigkeit hat, auf die Glyceride der nichtflüchtigen Fettsäuren einzuwirken. Das Vorhandensein der Fettsäuren in Form von Ammonsalzen im gereiften Käse kann in der Weise erklärt werden, dafs sowohl die Fettsäuren als auch das Ammoniak unabhängig voneinander entstehen und dann miteinander eine chemische Verbindung eingehen.

Nun mufs die Frage aufgeworfen werden, ob die Enzyme, welche etwa in den verwendeten Schimmelpilzen gebildet werden, die Ursache der Spaltung des Fettes sind.

Zum Nachweise der Gegenwart von Enzymen habe ich reine Schimmelpilzkulturen en masse verwendet und zwar von Oidium, Penicillium und Mucor, welche ich in einer sterilen Nährflüssigkeit von der bereits oben angeführten Zusammensetzung unter Zusatz von Asparagin und Milchsäure wachsen liefs.

Die Pilze wurden in Gefäfsen gezüchtet, welche die Form von sehr niederen, aber breiten Erlenmayer-Kolben hatten mit einem Bodendurchmesser von 28 cm, damit eine recht grofse Vegetationsfläche erzielt werde.

Nachdem eine genügende Menge der Kultur erzielt wurde, wurden die Schimmelpilzhäute abgehoben und unter Zusatz von Glassplittern möglichst fein zerrieben, so dafs in dem entstandenen

Brei unter dem Mikroskope nur hie und da eine noch ganze Pilzzelle beobachtet werden konnte. Der Brei wurde dann durch feine Leinwand geprefst.

Von dem auf diese Weise gewonnenen Safte wurden einerseits 30 ccm mit 150 ccm einer einprozentigen Glycerinmonobutyrinlösung gemischt, anderseits wurden 50 ccm derselben Lösung mit 10 ccm des abgekochten Saftes versetzt.

Den beiden Flüssigkeiten wurde eine angemessene Menge von Toluol zum Zwecke der Konservation beigefügt. Dann wurde in den beiden Flüssigkeiten die Acidität in 10 ccm festgestellt und anfangs täglich, später jedoch in gröfseren Zeiträumen kontrolliert.

Nachdem der Versuch beendet war, wurden aus den beiden Flüssigkeiten Fleischpeptongelatineplatten gegossen. Dieselben blieben steril, woraus also mit Berechtigung geschlossen werden kann, dafs die Flüssigkeiten keine lebenden Keime enthielten, welche das Monobutyrin durch ihre Wucherung hätten zersetzen können.

Den Verlauf des Versuches kann man an der Hand der folgenden Tabelle II beobachten.

(Siehe Tabelle II auf S. 145.)

Der aus der Oidiumkultur gewonnene Saft hat in Bezug auf die Zersetzung von Monobutyrin keine merkbaren Veränderungen hervorgerufen; der aus dem Penicillium gewonnene Saft hat im Verlaufe der Zeit immer mehr Buttersäure freigemacht. Durch diesen Versuch ist der Beweis erbracht, dafs das Penicillium ein Enzym enthält, welches Monobutyrin spaltet, was schon Girard[1]) anführt, der beobachtet hat, dafs ein wässeriger Auszug aus dem Penicillium in einer 1proz. Monobutyrinlösung Buttersäure frei macht. Da aber Gérard bei der Beschreibung seines Versuches von keiner Konservierung spricht, ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dafs in demselben die Mikroben selbst diese Einwirkung entfaltet haben.

1) Compt. rend., 124, 370.

Tabelle II.

Tag	10 ccm d. Flüssigkeit verbrauchten zur Neutralisat. ccm $^1/_{10}$ n KOH					
	Oidium lactis		Penicillium glaucum		Mucor	
	nicht gekocht	gekocht	nicht gekocht	gekocht	nicht gekocht	gekocht
1.	0,1	—	0,2	0	0	—
2.	0,2	—	0,3	—	—	—
3.	0,3	—	0,5	—	0,2	—
4.	0,3	—	0,6	0,2	—	—
5.	0,3	0,1	0,6	—	0,4	—
6.	0,3	—	0,7	—	—	—
7.	0,3	—	0,8	0,3	0,6	0,1
8.	0,4	—	0,8	—	—	—
9.	0,4	0,1	0,9	—	—	—
10.	0,4	—	0,9	—	—	—
11.	0,4	—	1,0	—	0,7	—
12.	0,4	—	1,0	0,4	—	—
13.	0,4	—	1,1	—	0,8	—
14.	0,4	—	1,1	—	—	—
15.	0,4	0,2	—	—	0,9	0,1
16.	—	—	1,2	—	—	—
17.	—	—	—	—	—	—
18.	—	—	—	—	1,0	—
19.	—	—	—	—	—	—
20.	—	—	—	—	—	—
21.	—	—	—	—	—	—
22.	—	—	—	—	1,1	—
23.	—	—	1,3	0,5	—	—

Die aus der Mucorkultur gewonnene Flüssigkeit, welche ich gleichfalls zu einem ähnlichen Versuche verwendet habe, hat auch Veränderungen hervorgerufen, aus welchen man ebenfalls auf das Vorhandensein eines Monobutyrin spaltenden Enzyms schliefsen könnte.

Es könnte etwa eingewendet werden, dafs diese Resultate wohl bei Benutzung des Monobutyrins, nicht aber bei Benutzung eines komplizierten Fettes, namentlich des Butterfettes, zu erzielen sind.

Ich habe mich daher entschlossen, auch die Einwirkung der betreffenden Enzyme auf die Spaltung des Butterfettes zu beobachten.

Zu diesem Zwecke habe ich eine im grofsen gezüchtete Oidium-Reinkultur verwendet.

Mit dem aus derselben gewonnenen Safte habe ich filtriertes Butterfett emulgiert und zur Konservierung 1% Chloroform zugesetzt.

Zur Kontrolle wurde eine Emulsion mit der gleichen, jedoch abgekochten Menge des Oidiumsaftes verwendet.

Nach Ablauf eines Monates wurden Platten gegossen, um zu konstatieren, dafs die Flüssigkeit, in welcher keine Veränderungen, die auf das Wachstum der Mikroorganismen schliefsen liefsen, beobachtet werden konnten, wirklich steril war.

Es hat sich aber gezeigt, dafs auf den Gelatineplatten doch zahlreiche Kolonien des verwendeten Schimmelpilzes zum Wuchse kamen, woraus man schliefsen kann, dafs die verwendete Menge von 1% Chloroform zur Tötung der übriggebliebenen Zellen nicht genügte. Es mufste also infolgedessen eine gröfsere Menge Chloroforms benutzt werden, und zwar wurden auf 20 g Butterfett, in 200 ccm Flüssigkeit emulgiert, 3 ccm Chloroform verwendet.

Die daraus nach einem Monat gegossenen Platten waren steril. Das Fett, welches, unter Zusatz von verdünnter Schwefelsäure getrennt, mit warmem Wasser gewaschen und filtriert wurde, hatte folgende Säurezahlen:

Das Fett aus der mit Chloroform konservierten Flüssigkeit 1,6°,
das Fett aus der abgekochten Flüssigkeit . . . . . 3,8°.

Wie man aus diesen Zahlen entnehmen kann, hat der Saft des Oidiums keine Spaltung der nichtlöslichen Glyceride des Fettes hervorgerufen.

Es frägt sich nun, welche Schlüsse man in diesem Falle daraus ziehen kann. Es kann angenommen werden, dafs der Oidiumsaft ein Enzym enthielt, dafs aber durch die störende Einwirkung der Konservierungsmittel (Toluol, Chloroform) die Wirkung des Enzyms auf das Monobutyrin und das Butterfett nicht zur Geltung kommen konnte.

Oder es kann auch angenommen werden, dafs die Fettspaltung bei Oidium nicht durch die Gegenwart von Enzym

bedingt wird, sondern von einer anderen biochemischen Wirkung der Oidiumzelle auf die Glyceride abhängt.

Die Emulsion des Butterfettes mit dem Safte der Penicillium-Reinkultur, die im Laufe einer Woche in den Vegetationsgefäfsen gewonnen wurde, konnte unter Zusatz von 1% Chloroform gut konserviert werden, denn die aus diesem Safte gegossenen Gelatineplatten waren noch nach einem Monat steril. Das in der oben angeführten Art gereinigte Fett zeigte folgende Säurezahlen:

Butterfett, mit dem Penicilliumsafte mit Chloroform konserviert	19,5
Butterfett mit dem abgekochten Penicilliumsafte	2,9

Die erhöhte Säurezahl wies auf die Fettzersetzung und das damit verbundene Freiwerden von nichtlöslichen Fettsäuren hin.

Die Emulsion des Butterfettes mit dem gewonnenen Mucorsafte mit 1% Chloroform konserviert, lieferte zwar nach einem Monat schimmelpilzfreie Gelatineplatten, doch waren in 0,05 ccm Flüssigkeit 10 Kolonien eines Bacillus von gleichmäfsigem Aussehen zugegen.

Mit Rücksicht auf die geringe, in dem Versuche mit Mucor nachgewiesene Menge von Bakterien kann man gewifs den Schlufs ziehen, dafs die Spaltung des Fettes in keinem Zusammenhange mit der Thätigkeit und der Vermehrung der gefundenen Bakterien steht.

Das gereinigte Fett aus der Mucoremulsion hatte nachstehende Säurezahlen:

Butterfett mit dem Mucorsafte, konserviert mit Chloroform	28,2
Butterfett mit dem abgekochten Mucorsafte	2,7.

Auch Mucorsaft bewirkt daher Fettspaltung, wie aus der erhöhten Säurezahl ersichtlich ist.

Aus den vorgenommenen Versuchen kann also mit Sicherheit geschlossen werden, dafs Penicillium und Mucor Enzyme bilden, welche nicht nur Monobutyrin spalten, sondern auch das Butterfett zerlegen.

Saccharomyceten.

Den Einflufs der Hefe auf die Höhe der Säurezahl beim Butterfette hat Reimann[1]) studiert und dabei beobachtet, dafs weder die weifse noch die Rosa-Hefe einen Einflufs auf dieselbe ausübte, wogegen ein anderer Sprofspilz, der nicht näher bestimmt wurde, in der Butter kultiviert, die Säurezahl erhöht hat.

Die bei meinen Versuchen verwendete Saccharomyces-Art wuchs rasch auf sterilem Käse und nach einem Monat hat dieselbe dem Käse, der zum Teile gelöst war, einen Geruch nach flüchtigen Säuren mitgeteilt.

Aus der Tabelle I kann man entnehmen, dafs durch Einwirkung der Hefe die Säurezahl wohl gestiegen ist, doch war diese Steigerung unwesentlich. Ebenso ist die Zahl der flüchtigen Säuren und auch die Verseifungszahl nur um ein Geringes niedriger als bei dem Kontrollfette.

Die Anwesenheit der flüchtigen Fettsäuren kann wohl auf den Zerfall der Eiweifsstoffe und des Milchzuckers zurückgeführt werden.

Die Resultate ergeben eine schwache Zerlegung der Glyceride.

Caseïn peptonisierende Bakterien.

Es wurden zwei Arten der Typus Tyrotrix geprüft und zwar ein Bacillus, der aus schlecht sterilisiertem Käse gezüchtet worden ist und Tyrotrix tenuis (Duclaux). Die beiden Arten spalten Caseïn energisch, rufen jedoch im Butterfette keine Veränderungen hervor.

Von den anderen Bakterien, die Caseïn peptonisieren, übt eine merkliche Einwirkung auf das Butterfett namentlich Bacillus fluorescens liquefaciens aus.

Aus den analytischen Zahlen ist ersichtlich, dafs dieser Bacillus im Fette ganz ähnliche Veränderungen verursacht, wie wir dieselben bei den Schimmelpilzen beobachten konnten. Die hohe Säurezahl spricht für eine wesentliche Spaltung der Glyceride der nichtflüchtigen Fettsäuren. Die freigewordenen Fett-

1) Centralblatt f. Bakteriologie, II. Abt., VI, 1900.

säuren haben nach der Verseifungszahl 202 eine Molekulargröfse von 277 ergeben, wogegen die nichtlöslichen Säuren des Kontrollfettes bei der Verseifungszahl 216, eine Molekulargröfse von 259 ergaben.

Daraus erhellt, dafs in diesem Falle wie bei den Schimmelpilzen, nicht eine gleichmäfsige Spaltung aller Glyceride vor sich ging.

Die freigewordenen Fettsäuren hatten folgende Zusammensetzung:

Stearinsäure . .	49,4 %
Ölsäure	29,3 %
Palmitinsäure . .	21,3 %.

Aus der Analyse geht hervor, dafs die Spaltung der Glyceride der nichtflüchtigen Säuren ebenso vor sich geht wie bei den Schimmelpilzen, und dafs sie bei den Glyceriden mit der höchsten Molekulargröfse beginnt. Wie bei der Einwirkung der Schimmelpilze, wurde auch hier ein Fett von sehr geringer Refraktion gewonnen (siehe Tabelle I). Ebenso ist die Menge der flüchtigen Säuren bedeutend gesunken und infolgedessen auch die Reichert-Meisslsche und die Verseifungszahl.

Aus dem Gefundenen ist ersichtlich, dafs der Bacillus fluorescens liquefaciens das Butterfett energisch spaltet; ob dies die Folge eines Enzymes, oder einer anderen biochemischen Einwirkung ist, mufs erst durch weitere Versuche eruiert werden. Da das Fett mit warmem Wasser gewaschen wurde, wodurch auch die möglicherweise gegenwärtigen freien flüchtigen Säuren entfernt wurden, liefs sich nicht konstatieren, ob der Bacillus auch die freigewordenen flüchtigen Säuren weiter zerlegt hat und mufste dies durch besondere Versuche erst erforscht werden.

Es scheint jedoch nicht wahrscheinlich, dafs der Bacillus höhere Fettsäuren zu Buttersäure und Ameisensäure zerlegen würde, wie sich Krueger[1]) die entstandene Spaltung durch Züchtung eines verwandten Bacillus des Bacillus fluorescens

1) Centralblatt f. Bakteriologie, VII, 426.

non liquefaciens, nämlich in einer Nährflüssigkeit die unter Zusatz von Kalkseifen aus Butter bereitet war, erklärt hat.

Die Spaltung der höheren Fettsäuren mufste man aus der Abnahme der Hehnerschen und Hüblschen Zahl konstatieren. In unserem Falle sind aber diese Zahlen gröfser, was die Folge der Zersetzung des Glycerins ist, wodurch die Menge der nichtlöslichen und ungesättigten im Fett vorhandenen Säuren relativ ansteigt.

Andere von mir benutzte Kasein peptonisierende Bakterien, so Bacillus 2 und Bacillus 3, üben nur einen geringen Einflufs auf das Butterfett aus, welches bei den einschlägigen Versuchen nur eine wenig erhöhte Säurezahl ergeben hat.

Milchsäurebakterien.

Zur Erforschung des Einflusses dieser Bakterien habe ich folgende Arten benutzt: Streptococcus 1., Bacillus α (Freudenreich), Sarcina 1.

Bei den Versuchen mit denselben wurden keine Veränderungen des Butterfettes beobachtet. Die Abweichungen der Fettzahlen haben sich nur in den Grenzen der analytischen Fehler der benutzten Methoden bewegt.

Wenn wir die Resultate der in vorliegender Arbeit enthaltenen Versuche zusammenfassen, so finden wir, dafs die geprüften zwölf Mikroben auf das Butterfett nach zweierlei Richtung hin einwirken:

I. Indifferent wirkten die verwendeten Milchsäurebakterien und die Tyrotrixarten.

II. Die übrigen Mikroben bewirkten Fettspaltung.

1. Die Spaltung des Fettes wurde in höherem Mafse bei Oidium, Penicillium, Mucor, so auch bei dem Bacillus fluorescens liquefaciens beobachtet, im geringeren Mafse haben einen ähnlichen Einflufs Saccharomyces, Bacillus 2 und Bacillus 3 ausgeübt.

Auch wurde der Beweis erbracht, dafs durch die Vegetation der angewendeten Schimmelpilze die freigewordenen nichtflüchtigen

Fettsäuren ihre Entstehung nicht der Spaltung der Eiweifsstoffe des Käses, sondern lediglich der Fettspaltung allein verdanken, denn, während der Reifung des Käses, welcher aus möglichst fettfreiem Kaseïn zubereitet worden ist, wurde keine Vermehrung des Fettes als Folge von chemischen Vorgängen in der Käsemasse beobachtet, sondern nur eine geringe Zunahme desselben infolge der synthetischen Thätigkeit der Schimmelpilzzellen (Oidium und Penicillium), welche fettartige Reservestoffe ablagerten.

2. Die Fettspaltung ging nicht bei allen Glyceriden des Butterfettes gleichmäfsig vor sich und wurde dieselbe hauptsächlich von zwei Umständen veranlafst.

Einerseits steigt die Schädlichkeit der freigewordenen löslichen Fettsäuren gegenüber den Schimmelpilzen mit der steigenden Molekulargröfse, anderseits werden die Glyceride der nichtlöslichen Fettsäuren, welche eine höhere Molekulargröfse besitzen, von den Schimmelpilzen leichter gespalten.

3. Die freigewordenen flüchtigen Fettsäuren werden durch Schimmelpilze weiter zerlegt.

4. Bacillus fluorescens liquefaciens bewirkte die Spaltung der Glyceride der nichtflüchtigen und flüchtigen Fettsäuren und ging der Vorgang bei der Spaltung der nichtflüchtigen Säuren auf dieselbe Art vor sich wie bei den Schimmelpilzen.

5. Die Ursache der Glyceridespaltung wurde beim Penicillium und Mucor in der Gegenwart von Enzymen gefunden, welche die Fähigkeit besitzen, sowohl das Monobutyrin, als auch das Butterfett zu spalten.

6. Beim Ammoniak wurde kein Einflufs auf die Zerlegung der Glyceride der nichtflüchtigen Säuren bei Zimmertemperatur wahrgenommen.

Prag, 5. Mai 1901.

Die Reinigung des Obstes vor dem Genusse.

Von

Dr. **Bernhard Ehrlich,**
approbierter Arzt aus Strafsburg.

(Aus dem Institut für Hygiene und Bakteriologie an der Universität Strafsburg.)

Unter den Nahrungs- und Genufsmitteln nimmt das Obst nicht nur wegen seines Wohlgeschmackes, seiner Zusammensetzung und anderer Eigenschaften, sondern auch wegen der Menge, in welcher es vielfach genossen wird, eine besondere Stellung ein. Bei dem Obstgenusse ist vom sanitären Standpunkte aus die Thatsache bemerkenswert, dafs die verschiedenen Obstsorten zunächst im frischen Zustande und erst in zweiter Linie nach einer vorausgehenden Behandlung oder Zubereitung verzehrt werden. Wie nun Alles, was sich in der täglichen Umgebung des Menschen befindet und von Menschenhänden angefafst wird, ist auch das Obst bis zu einem gewissen Grade einer Verunreinigung und Beschmutzung ausgesetzt.

Zunächst hat man schon mit der Möglichkeit zu rechnen, dafs am Baume oder Strauche verschiedenes Obst in ungleichem Mafse mit Staub, Garten- oder Ackererde oder anderen landwirtschaftlichen Stoffen in Berührung kommt. Aber abgesehen hiervon, besonders dem Städter ist es nur ausnahmsweise möglich, die Früchte direkt von Bäumen oder Sträuchen zu pflücken und so zu geniefsen. Vielmehr gehen sie meist durch vielerlei Hände, bis sie von ihm gegessen werden. Dabei ist natürlich eine Verunreinigung kaum zu vermeiden. Bereits beim Pflücken kommt das Obst mit den nicht immer sauberen Händen

der damit beschäftigten Personen in Berührung. Körbe und Behälter, in die es gebracht wird, sind wohl auch nicht stets rein zu nennen. Es wird weiter auf offenen Wagen über die staubige und schmutzige Strafse oder auf der Eisenbahn nach dem Verbrauchsorte gebracht; auch dabei läfst sich eine Beschmutzung kaum vermeiden. Am Bestimmungsorte endlich angelangt, wird das Obst meist offen und ohne jeden Schutz, an belebten Strafsen und Plätzen, zum Verkaufe ausgeboten. Die vielfach herrschenden, allerdings nicht empfehlenswerten Verkaufssitten bringen es mit sich, dafs die einzelnen Früchte mit den verschiedensten Händen in Berührung kommen; man sieht nicht selten, wie die Käufer sie anfassen und wieder zurücklegen, ja selbst förmlich in den Körben wühlen, um die besten Stücke herauszufinden. Auf diese Weise bleibt es nicht aus, dafs mancher Schmutz auf das Obst kommt.

In jedem Schmutze sind bekanntlich zahlreiche niedere Organismen aller Art enthalten. Schmutz und Mikroorganismen, die dem Obste anhaften, geben ihm wohl nicht selten eine Beschaffenheit, welche zum mindesten nicht immer als eine gerade appetitliche bezeichnet werden dürfte. Indes ist auch nicht die Möglichkeit auszuschliefsen, dafs gelegentlich das Obst zur Verbreitung von Infektionskrankheiten beitragen kann. Es ist denkbar, dafs durch den Strafsenstaub, durch das Berühren mit unreinen, infizierten Händen, durch Insekten und so weiter infektiöse Bakterien auf die Früchte kommen, und diese so nach dem Genusse gesundheitsschädlich wirken können. In der That finden sich in der Litteratur Angaben, die darauf hindeuten. Über einen Fall berichtet Dr. Schnirer[1]) aus dem Institute von Prof. Weichselbaum in Wien. Es handelte sich um Weintrauben. Diese waren auf der aufserordentlich belebten Strafse gekauft, die zur dortigen medizinischen Poliklinik führte und u. a. viel von dahin gehenden Lungenschwindsüchtigen benutzt wurde. Die Trauben wurden gewaschen und von dem Waschwasser je 10 ccm drei Meerschweinchen injiziert. Zwei von

1) »Zur Frage nach der Verbreitung der Tuberkelbacillen aufserhalb des Körpers«. Von Dr. M. T. Schnirer in Wien. Wiener Medicin. Presse, Jahrg. 1891, Nr. 1.

diesen gingen nach 45 oder 58 Tagen an richtiger Impf tuberkulose zu Grunde. Bei der Sektion zeigten sich, von der Impfstelle ausgehend, überall verkäste Tuberkel. Immerhin mufs zugegeben werden, dafs es sich hier um aufsergewöhnliche Verhältnisse handelte.

In einem anderen Falle wurde dem Genufs von Johannisbeeren von Dr. Dozy, dem Medizinal-Inspektor der Provinz Nord-Holland, die Erkrankung an Cholera und der Tod zweier Pfründnerinnen aus einer Anstalt in Purmerend zugeschrieben [1]). Diese Johannisbeeren waren aus einer choleraverdächtigen Gegend nach dem Orte gebracht und zusammen von den beiden Personen allein gegessen worden.

Hierher gehört vielleicht auch die bekannte Erfahrung, dafs im Spätsommer vielfach Typhusfälle gehäufter als in anderen Jahreszeiten vorkommen, ohne dafs gerade von Typhusepidemien gesprochen werden kann. Der Herbst ist die eigentliche Obstzeit. Es liegt nicht so fern, das stärkere Auftreten der Typhuserkrankungen mit dem reichlicheren Genusse von verunreinigtem Obste in Zusammenhang zu bringen. Endlich erinnere ich an die nicht unbegründete Annahme, dafs speciell mit gefallenem Obste Helmintheneier in den Verdauungskanal eingeführt werden können.

Alles dieses zeigt sicherlich, dafs es nicht ungerechtfertigt ist, daran zu denken, dafs Infektionserreger mit beschmutztem Obste verbreitet werden können, und dafs der Obstgenufs unter Umständen auch zu specifischen Erkrankungen führen dürfte.

In gesitteten Kreisen hat man sich freilich schon bemüht, wenigstens in den meisten Ländern, dem ästhetischen Gefühle gerecht zu werden. Man schält das Obst entweder vor dem Genusse oder, wo dieses die Obstart verbietet, wäscht man es ab oder thut beides. Dabei ging man wohl aus von den täglichen Erfahrungen, die man mit blofsem Auge schon vielfach am Obste machen konnte. Sitzen doch häufig an diesem, selbst auch schon wenn es direkt vom Baume oder Strauche kommt, allerlei kleine

---

1) Mededeelingen omtrent de Bevindingen en Handelingen van het Geneeskundig Staatstoezicht in Noord-Holland van 1 Juni tot 31 Dezemb. 1894.

Tierchen, Käfer, Spinnen, Insektenlarven und anderes mehr. Es bietet also das Obst einen mitunter wenig zum Genusse einladenden Anblick, und so kommt es, dafs schon das allgemein-hygienische Reinlichkeitsgefühl, das beim Speisegenusse überhaupt sich besonders entwickelt hat, wenn auch nicht in allen Volksschichten, dazu führte, das Obst vor dem Gebrauche zu säubern. Zu diesem Zwecke wird es bekanntlich entweder schon vor dem Auftragen in der Küche oder dem Speiseraume abgewaschen, oder es werden häufig auf die Tafel besondere Gläser gestellt, um darin die Früchte zu spülen. So ist es in Holland, England und Frankreich weitverbreitete Sitte. Diese gute, dem Reinlichkeitsbedürfnis entsprungene Behandlungsweise wird aber leider bei uns noch nicht überall genügend geübt; in manchen Gegenden wird sogar eine besondere Reinigung absichtlich unterlassen, weil angeblich durch das Waschen der Geschmack und das Aroma leide.

So wenig nun im allgemeinen daran gezweifelt werden kann, dafs das zum Genusse bestimmte Obst manchmal selbst einer starken Verunreinigung mit allerlei Substanzen ausgesetzt ist, so haben wir es hier doch nicht mit näher durchgründeten Thatsachen zu thun. Es wäre immerhin denkbar, dafs wohl an den rauhen Fruchtsorten aufgebrachter Schmutz und Staub hängen bleibt, dafs jedoch die glatten Oberflächen so vieler Obstarten das Anhaften von fremden Stoffen nicht zulassen. Noch weniger ist thatsächlich darüber bekannt, welcher Grad einer Beschmutzung beim käuflichen Obste vorkommen kann, und ob verschiedene Früchte eine Verunreinigung in ungleichem Mafse aufweisen.

Es sind also in einer alltäglichen Angelegenheit noch eine Reihe von Fragen experimentell zu behandeln, wenn man zum Zwecke der hygienischen Beurteilung an Stelle von Voraussetzungen über eine wirkliche Kenntnis verfügen will. Die Aufgabe ist also offenbar, nachzugehen, ob in der That Schmutz verschiedenem käuflichem Obste anklebt und in welchem Mafse dies der Fall ist. Daran knüpft sich dann von selbst die weitere Frage, ob eine Reinigung des gekauften Obstes vor dessen Genufs in ausreichendem Mafse zu erzielen ist.

Auf Anregung und unter Leitung von Prof. Dr. Forster habe ich über die hier aufgeworfenen Fragen eine Reihe von Untersuchungen angestellt, die ich in den folgenden Zeilen zusammenstellen möchte. Wie nun aber den Schmutz bestimmen! Man könnte daran denken, die Vermehrung der Trockensubstanz im Waschwasser des Obstes festzustellen. Jedoch war diese Methode kaum mit Erfolg anzuwenden, weil sich beim Abwaschen wohl immer Teilchen vom Obste selbst loslösen und auch lösliche Stoffe in das Wasser übergehen können. Dies würde selbstverständlich beim Bestimmen der Trockensubstanz zu grofsen Irrtümern Veranlassung gegeben haben. Ausgehend nun von der Thatsache, dafs da, wo Schmutz ist, auch Bakterien sind, wurde die Methode der Bestimmung der Bakterienzahl im Waschwasser der einzelnen Obstarten gewählt, um dann aus der eventuellen Vermehrung oder dem Auftreten von Bakterien darin einen Schlufs auf den Grad der Beschmutzung zu machen.

Zu den Versuchen benutzte ich emaillierte Kessel von 1,5 l Inhalt. In dieselben wurden etwa 1000 ccm Wasser gebracht und 15 Minuten lang gekocht, um es zu sterilisieren. Nach dem Abkühlen wurde das Gewicht vom Kessel mit Wasser bestimmt und vom Gewichte des vorhergewogenen Kessels abgezogen, um die nach dem Kochen übrig gebliebene Wassermenge zu erhalten. Nun wurde die abgewogene Obstmenge in das Wasser eines Kessels gebracht, 5 Minuten lang herumbewegt oder je nach der Obstart mit einem vorher durch Erhitzen sterilisierten eisernen Löffel sanft umgerührt. Darauf machte ich entweder die bakteriologische Untersuchung des Wassers oder ich nahm die Früchte aus dem Wasser und brachte sie in einen zweiten Kessel zur abermaligen Abspülung. Die hierbei unvermeidlich mit übergebrachte Wassermenge betrug etwa 1—2% des Wassers. In dem zweiten Kessel wurde dasselbe wiederholt wie im ersten, sodann die Früchte gelegentlich in einen weitern Kessel gebracht zur dritten Waschung.

Aus dem Waschwasser wurde nun zu Platten überimpft und zwar mit sterilisierten Pipetten und mit einer Spirale aus Platindraht, deren Fassungsvermögen durch Aichung auf 27,6 mg

festgestellt worden war. Als Nährboden wurde gewöhnlich Nähr-Gelatine und Nähr-Agar benutzt, daneben noch im Anfang, nach der Methode von Hesse und Niedner dargestelltes sogenanntes Heydenagar. Die Gelatineplatten kamen in einen Brutschrank von 24° Temperatur, die Agarplatten in einen von 30°. Um die Eintrocknung der Nährmedien in den Platten zu verhüten, wurden dieselben stets sorgfältig in den im hiesigen Institute eingeführten metallenen Kulturbüchsen eingeschlossen in den Thermostaten gebracht. Die sich auf den Platten nach etwa 4 bis 8 tägigem Wachstum zeigenden Kolonien wurden mit dem Wolffhügel'schen Zählapparat oder auf dem schwarzen Centimeterkarton nach Prof. Forster gezählt. Ungefähr in dieser Weise wurden die sämtlichen folgenden Versuche zur Schmutzbestimmung von mir ausgeführt; abweichende Versuchsanordnungen sind später besonders erwähnt.

1. Versuch vom 21. VIII. 1900.

Nach 15 Minuten langem Kochen befinden sich in dem zum Waschen benutzten Kessel 711 g Wasser, hier hinein werden zwei Birnen von ca. 75 g Gewicht gebracht und vermittelst Herumschwenkens etwa 5 Minuten lang abgespült. Die Waschung wird hier nur einmal vorgenommen. Aus dem Wasser werden drei Platten mit Heydenagar gegossen.

Die erste Spalte der folgenden Tabellen (I) gibt die Art des benutzten Nährbodens, die zweite (II) die Menge des überimpften Waschwassers, die dritte (III) die auf der Platte gezählten Kolonien, die vierte (IV) die auf die Gesamtwassermenge berechnete Bakterienzahl.

I	II	III	IV
Heydenagar	1 ccm	440	310 000
Heydenagar	2 × 27,6 mg	35	440 000
Heydenagar	1 × 27,6 mg	25	560 000

2. Versuch vom 29. VIII. 1900.

Bei diesem Versuche wird die Waschung in der angegebenen Weise zweimal wiederholt. Die Wassermenge im ersten Kessel nach dem Kochen beträgt 884 g Wasser, in dem zweiten ebenso behandelten 874 g. Als Objekt werden neun Mirabellen von etwa 8 g Gewicht verwendet.

Nährboden Heydenagar.

I.

I	II	III	IV
Heydenagar	1 ccm	230	203 000
Heydenagar	2 × 27,6 mg	12	186 000

II.

I	II	III	IV
Heydenagar	2 ccm	80	35 000
Heydenagar	3 × 27,6 mg	7	70 000

3. Versuch vom 25. IX. 1900.

Die Waschung wird ebenfalls zweimal vorgenommen in der vorbeschriebenen Art. Die Menge des Wassers nach dem Kochen beträgt beim ersten Kessel 945 g, im zweiten Kessel 839 g. Benutzt werden 5 Zwetschgen von etwa 95 g Gewicht zusammen.

Als Nährboden dient Heydenagar.

I.

I	II	III	IV
Heydenagar	2 ccm	60	28 000

II.

I	II	III	IV
Heydenagar	2 ccm	16	6 700

4. Versuch vom 29. IX. 1900.

Bei diesem Versuche wurden die Früchte dreimal je 5 Minuten lang in drei verschiedenen Kesseln abgespült und zwar vermittelst Umrühren mit einem vorher ausgeglühten Eisenlöffel.

Die Wassermengen in den drei Kesseln betrugen im ersten 718 g, im zweiten 722 g, im dritten 796 g. Als Versuchsobjekt dienten 20 Zwetschgen von durchschnittlich 12 g Gewicht, als Nährboden Heydenagar.

I.

I	II	III	IV
Heydenagar	3 × 27,6 mg	50	431 000
Heydenagar	1 × 27,6 mg	20	500 000

II.

I	II	III	IV
Heydenagar	1 ccm	30	22 000
Heydenagar	2 × 27,6 mg	5	50 000

III.

I	II	III	IV
Heydenagar	2 ccm	80	20 000
Heydenagar	3 × 27,6 mg	2	16 000

5. Versuch vom 14. XI. 1900.

Dreimalige Waschung in Kesseln je 5 Minuten lang. Die Wassermengen in den drei Kesseln sind 859 g im ersten, 920 g im zweiten, 834 g im dritten.

Benutzt werden 150 g Weintrauben. Dieselben sind beim Händler in offenem Stande gekauft und haben anscheinend schon geraume Zeit gelegen. Als Nährsubstrat wird jetzt Nährgelatine und gewöhnliches Nähragar verwendet, da Heydenagar in unseren Versuchen keine Vorteile bot.

Auf den Platten zeigten sich nach etwa fünftägigem Stehen fast lauter Schimmelkolonien. Diese waren aber derartig regelmäfsig verteilt und wuchsen auch in der Tiefe, dafs Luftverunreinigung ausgeschlossen werden konnte.

Es konnte somit offenbar angenommen werden, dafs die Schimmel an den Trauben gehaftet hatten und zwar relativ fest, da sich erst die dritte Plattenserie als fast Reinkultur von Schimmeln darstellte.

Die Deutung der Zählung von Schimmelkolonien hat bekanntlich ihre Schwierigkeit in Bezug auf ursprünglich vorhandene Mengen wegen der Eigenart des Schimmelwachstums. Doch wurde gezählt, um, wenn auch das Resultat unsicher erscheint, eine allgemeine Anschauung über die Masse der offenbar an den Trauben zur Entwicklung gekommenen Organismen zu gewinnen.

I.

I	II	III	IV
Gelatine	3 × 27,6 mg	570	6 000 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	1100	12 000 000

II.

I	II	III	IV
Gelatine	5 × 27,6 mg	370	2 500 000
Agar . .	5 × 27,6 mg	400	2 760 000

III.

I	II	III	IV
Gelatine	5 × 27,6 mg	160	1 000 000
Agar . .	5 × 27,6 mg	230	1 500 000

Parallel zu diesem Versuche wurde ein zweiter angestellt, ebenfalls mit 150 g Weintrauben. Diese waren gleichzeitig mit

den vorher benutzten bei demselben Händler gekauft. Zur Reinigung dienten Bechergläser, welche kurz vorher mit Sublimat desinfiziert und dann bis zu dessen gänzlicher Entfernung mit Wasser ausgespült worden waren. In dieselben wurden sodann 500 ccm Leitungswasser gefüllt.

Das Strafsburger Leitungswasser enthält aufserordentlich wenig Keime, schwankend von 5—25 pro ccm, alle durchschnittlich harmloser Natur, wie es nach den Untersuchungen von Dr. Kayser[1]) im hiesigen Laboratorium feststeht. Deswegen kommt die Zahl derselben sowohl hier als auch bei anderen Versuchen kaum in Betracht; ich führe sie jedoch jedesmal an, da sie fast stets gleichzeitig bestimmt wurde. Es werden nämlich regelmäfsig zweimal wöchentlich im Institute Wasseruntersuchungen gemacht, über deren Resultate ich verfügen konnte. Bei den folgenden Zahlen ist die Menge der Wasserbakterien in Abrechnung gebracht.

In das vorerwähnte Becherglas mit 500 ccm Wasser wurden sodann die Trauben eingetaucht, einige Minuten lang darin gelassen und dann langsam herausgezogen. Dieses langsame Herausziehen hatte den Zweck, die Oberflächenspannung des Wassers zur Absaugung der beim Waschen lose gewordenen Bakterienkörper wirken zu lassen. Es war nämlich von Prof. Forster die Erfahrung gemacht worden, dafs die überschüssige Farbe von gefärbten Deckgläschenpräparaten besser zu entfernen war, wenn man dieselben langsam aus dem Wasser herauszog. Dadurch wird gewissermafsen die Farbe mit abgesaugt. Wenn man dagegen das Deckgläschen zur Spülung einfach hin- und herschwenkt, bewegt man eine äufserst dünne, an demselben haftende und es umgebende Wasserschicht mit hin und her und erzielte keine so gleichmäfsige Auswaschung. Dieses Prinzip wurde auch hier beim Abspülen der Trauben angewendet.

Der Waschversuch wurde sodann auf dieselbe Weise in zwei anderen, ebenso vorbehandelten Gläsern, ebenfalls mit

---

1) H. Kayser, Die Bakterienflora der Strafsburger Wasserleitung. Inaugural-Dissertation Strafsburg. — Kaiserslautern 1900.

500 ccm Leitungswasser gefüllt am gleichen Materiale wiederholt. Als Nährboden dient Gelatine und Agar. Es kamen auch jetzt wieder fast nur Schimmel auf.

I.

I	II	III	IV
Gelatine	3 × 27,6 mg	75	450 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	82	500 000

II.

I	II	III	IV
Gelatine	5 × 27,6 mg	40	150 000
Agar . .	5 × 27,6 mg	27	95 000

III.

I	II	III	IV
Gelatine	5 × 27,6 mg	24	90 000
Agar . .	5 × 27,6 mg	27	96 000

6. Versuch vom 24. VI. 1901.

Der Reinigungsversuch wird dreimal gemacht. Die in den Kesseln nach dem Kochen vorhandenen Wassermengen betragen im ersten 949 g, im zweiten 918 g, im dritten 880 g. Es werden 500 g Kirschen, beim Händler in offenem Stande gekauft, verwendet. Die Stiele wurden vorher entfernt. Die Früchte werden in dem Wasser mit dem ausgeglühten Eisenlöffel sacht umgerührt.

Als Nährboden dient Gelatine und Agar.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	3 × 27,6 mg	1790	20 000 000
Agar . .	1 × 27,6 mg	700	25 000 000
Gelatine	1 × 27,6 mg	760	26 000 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	5 × 27,6 mg	760	4 600 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	450	4 500 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	440	4 500 000

III.

I	II	III	IV
Agar . .	5 × 27,6 mg	380	2 460 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	250	2 600 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	250	2 600 000

7. Versuch vom 26. VI. 1901.

Bei diesem Versuche wird die Reinigung auch dreimal vorgenommen. Die in den drei Kesseln vorhandenen Wassermengen betragen im ersten 942 g, im zweiten 990 g, im dritten 889 g.

Es werden 250 g Gartenerdbeeren hineingebracht. Dieselben sind beim Händler gekauft und sehen wegen des vorausgegangenen Regens sehr sauber aus. Sie werden 5 Minuten lang mit dem Löffel herumgerührt.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	3 × 27,6 mg	250	2 800 000
Agar . .	1 × 27,6 mg	70	1 800 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	320	2 800 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	0,5 ccm	320	634 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	100	900 000
Gelatine	0,5 ccm	380	760 000

III.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	512	455 000
Agar . .	5 × 27,6 mg	60	350 000
Gelatine	1 ccm	640	560 000

8. Versuch vom I. VII. 1901.

Zweimalige Waschung. Die in den zwei Kesseln vorhandenen Wassermengen sind nach dem Kochen im ersten 962 g, im zweiten 923 g.

Als Versuchsgegenstand dienen 500 g Heidelbeeren, in einer Markthalle gekauft. Dieselben werden mit vorher sterilisiertem Löffel umgerührt.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	3 × 27,6 mg	50	480 000
Agar . .	1 × 27,6 mg	20	790 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	52	570 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	5 × 27,6 mg	10	64 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	4	46 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	10	90 000

9. Versuch vom 4. VII. 1901.

Bei diesem Versuche wurde wieder eine dreimalige Waschung vorgenommen. Die Wassermenge in den drei Kesseln beträgt 826 g im ersten, im zweiten 822 g, im dritten 868 g.

Benutzt werden 500 g Johannisbeeren aus der Markthalle. Sie scheinen schon lange gelegen zu haben, nach Aussehen und Gärungsgeruch zu schliefsen. Im Wasser werden sie sodann mit dem Löffel 5 Minuten lang umgerührt. Auf den Platten zeigten sich zahlreiche Schimmel, die besonders in der dritten Plattenserie vorherrschten und vermutlich die Entwicklung von Bakterienkolonien, aber auch die Zählung zweier Platten unmöglich machten.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	3 × 27,6 mg	700	6 600 000
Agar . .	1 × 27,6 mg	320	9 000 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	320	3 300 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	0,5 ccm	1470	2 450 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	380	3 200 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	380	3 200 000

III.

I	II	III	IV
Agar . .	5 × 27,6 mg	100	600 000

Bei den beiden nun folgenden Versuchen hatte ich die Absicht, festzustellen, welcher Unterschied in der Beschmutzung besteht bei Früchten, welche direkt vom Strauche stammen und solchen, die hier in der Stadt gekauft sind. Zu dem Zwecke wurde folgende Versuchsreihe ausgeführt:

10. Versuch vom 6. VII. 1901.

Wieder dreimalige Reinigung durch Waschen; in den Kesseln ist an Wasser vorhanden im ersten 790 g, im zweiten 809 g, im dritten 638 g. Zum Umrühren wird der geglühte Löffel benutzt.

Als Reinigungsobjekt dienen 300 g Johannisbeeren. Dieselben stammen vom Strauche aus einem Dorfgarten. Die Stelle ist stark von der Sonne bestrahlt und abgelegen von gröfseren Verkehrswegen, der Bestaubung also wenig ausgesetzt. Die Beerentrossen werden gegen 10 Uhr vormittags mit ausgeglühter Pincette gepflückt, sodann gleich in einen sterilisierten, trockenen Kolben gebracht, welcher mit einem lose sitzenden, sterilen Wattebausch verschlossen ist. Der Kolben wird dann sorgfältig nach dem Laboratorium transportiert und am selben Tage gegen 5 Uhr nachmittags zum Waschungsversuche verwendet.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	0,5 ccm	unzählbar	—
Agar . .	3 × 27,6 mg	1 080	10 270 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	1 280	11 850 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	1 920	1 600 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	256	2 400 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	576	4 800 000

III.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	1 340	860 000
Agar . .	5 × 27,6 mg	250	1 000 000
Gelatine	5 × 27,6 mg	570	2 000 000

11. Versuch vom 8. VII. 1901.

Als Parallelversuch zum vorhergegangenen mit ebenfalls dreimaliger Waschung. Die Wassermenge im ersten Kessel betrug 535 g, im zweiten 715 g, im dritten 504 g.

Verwendet werden ebenfalls 300 g Johannisbeeren, welche im Gegensatze zu den aus dem Garten genommenen Beeren am offenen Stand auf dem mitten in der verkehrsreichen Altstadt gelegenen Thomasplatze gekauft waren.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	0,5 ccm	unzählbar	—
Agar . .	3 × 27,6 mg	2 100	13 370 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	verflüssigt	—

II.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	unzählbar	—
Agar . .	3 × 27,6 mg	1 024	8 500 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	1 150	9 300 000

III.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	unzählbar	—
Agar . .	5 × 27,6 mg	1 100	4 000 000
Gelatine	5 × 27,6 mg	1 200	4 500 000

12. Versuch vom 10. VII. 1901.

Dreimaliger Reinigungsversuch vermittelst Waschen. Die Wassermengen in den drei Kesseln betragen im ersten 643 g, im zweiten 796 g, im dritten 634 g. Zum Umrühren wird wieder der vorher ausgeglühte Löffel benutzt.

Gewaschen werden 500 g Stachelbeeren und zwar vollkommen ausgereifte aus der hiesigen Markthalle.

Als Nährboden dient Gelatine und Agar-Agar. Die Gelatineplatten verflüssigten infolge plötzlich eingetretener unerwartet hoher Sommertemperatur.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	5 × 27,6 mg	320	1 280 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	250	1 900 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	0,5 ccm	250	400 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	70	630 000

III.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	250	162 000
Agar . .	5 × 27,6 mg	30	126 000

13. Versuch vom 13. VII. 1901.

Dreimalige Waschung in drei Kesseln. Die in denselben vorhandene Wassermenge beträgt 845 g im ersten, im zweiten 612 g, im dritten 791 g.

Gewaschen werden 250 g Himbeeren, die bei einem herumziehenden Strafsenhändler gekauft worden waren.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	5 × 27,6 mg	320	1 700 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	190	1 700 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	320	2 000 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	0,5 ccm	2 040	2 500 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	360	2 440 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	320	1 836 000

III.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	überwuchert	—
Agar . .	5 × 27,6 mg	320	1 500 000
Gelatine	5 × 27,6 mg	verflüssigt	—

Fafst man die Ergebnisse der vorgenannten Versuche zusammen, so bestätigen sie zunächst die Voraussetzung, dafs an dem zum direkten Genusse bestimmten Obste sich Bakterien befinden, die durch Wasser von demselben abgewaschen werden können. Der Befund bestimmter Bakterienarten dabei, über welche später einige Erfahrungen mitgeteilt werden, deutet darauf hin, dafs ihre Anwesenheit wohl zum gröfsten Teile die Folge einer Verunreinigung der Früchte ist. Die Menge der Bakterien ist indessen, wenn auch die gefundenen Zahlen im gesamten

Waschwasser nicht selten Millionen betragen, im allgemeinen nicht überraschend grofs zu nennen.

Die verschiedenen Obstsorten zeigen sich übrigens nach unserer Untersuchung in ungleichem Mafse beschmutzt. Streng genommen müfste man, wenn man die einzelnen Früchte miteinander vergleichen will, die Verunreinigung auf die gleiche Oberfläche beziehen. Dies zu thun, hat aber begreiflicherweise seine Schwierigkeit, erscheint aber auch mit Rücksicht auf den praktisch-hygienischen Zweck nicht erforderlich. Um mich den täglichen Verhältnissen anzuschliefsen, rechne ich daher auf das Gewicht der Früchte. Wenn man hiernach als Mafsstab für den Grad der Beschmutzung die Bakterienzahl benutzt, so ergibt sich aus den Versuchen folgendes.

Nimmt man an, dafs ein Mensch im Laufe eines Tages etwa 200 g Obst verzehrt, ein Quantum, das sicher nicht zu hoch gegriffen ist, und bezieht man dann die sich aus den Versuchen ergebende Bakterienzahl auf diese angenommene Normaltagesportion, so kann man die Resultate der angestellten Versuche in einer Tabelle übersichtlich vereinigen. In der ersten Spalte dieser Tabelle steht die Bezeichnung der Obstart, nach der Masse der daran haftenden Bakterien geordnet, in der zweiten die durchschnittlich auf 200 g des Obstes kommende Bakterienzahl. Für die Weintrauben habe ich die Schimmelzahl eingefügt.

Obstart	Auf 200 g berechnete Bakterienzahl
Heidelbeeren	400 000
Zwetschgen	470 000
Mirabellen	700 000
Birnen	800 000
Stachelbeeren	1 000 000
Gartenerdbeeren	2 000 000
Himbeeren	4 000 000
Weintrauben	8 000 000
Johannisbeeren	11 000 000
Kirschen	12 000 000

Woran diese Unterschiede liegen, ist nicht vollkommen klar. Von vornherein ist ja wohl zunächst anzunehmen, dafs eben

die Beschmutzung in den verschiedenen Fällen ungleich grofs ist. Im allgemeinen zeigen die glatten Früchte eine gröfsere Reinheit; allein wie das Beispiel der Johannisbeeren und Kirschen darthut, kann dabei von einer bestimmten Regel, wonach etwa an den glatten Flächen weniger Schmutz haften bliebe, nicht die Sprache sein. Dasselbe scheint bezüglich des Unterschiedes von Baum- und Strauchfrüchten zu gelten. Ohne Zweifel spielen eben hier Zufälligkeiten eine grofse Rolle. In einzelnen Fällen handelt es sich vielleicht, z. B. bei den Heidelbeeren, um einen Gehalt an aromatischen Substanzen, Benzoesäure u. s. w., die eine gewisse desinfizierende Wirkung ausüben könnten.

Der Unterschied zwischen dem direkt vom Strauche gepflückten Obste und dem in der Stadt gekauften bezüglich der daran haftenden Bakterienmengen ist auffallenderweise kein grofser. Wenigstens ergaben dies die beiden zu diesem Zwecke angestellten Parallelversuche mit Johannisbeeren (s. Vers. 10 u. 11). Es wäre vielleicht wünschenswert gewesen, diese Beobachtung durch zahlreichere Versuche zu bestätigen. Doch fehlte mir Zeit und Gelegenheit hierzu, so dafs dies späteren Versuchen vorbehalten bleiben mufs. Doch läfst sich die Beobachtung vielleicht dahin deuten, dafs die reif vom Garten zum Markt gebrachten Johannisbeeren wegen ihrer leichten Zerdrückbarkeit während des Transportes nicht viel mit beschmutzenden Gegenständen in Berührung gebracht und bald verzehrt oder sonst verwendet werden; nach dieser Auffassung würde der Grund der Beschmutzung auch bei der Marktware schon im Garten oder am Strauche zu suchen sein. In der That ist auch anzunehmen, dafs die Beschmutzung vom Ursprungsorte bis zum Verkaufe, also nach der Ernte, bei den leicht verderbenden Früchten keine grofse sein wird, mehr bei Obstsorten, die weit transportiert werden und viel durch verschiedene Hände gehen, wie Birnen, Äpfel, Zwetschgen.

Immerhin zeigen die in der Tabelle angegebenen Zahlen, dafs eine Beschmutzung der verschiedenen Obstarten regelmäfsig vorkommt, und dafs diese nicht etwa allein während des Transportes geschieht, sondern dafs Stoffe allerlei Art, so namentlich wohl von der Acker- und Gartenerde her, insbesondere mit den

Strauchfrüchten, in Berührung kommen und an diesen haften bleiben. Aus ästhetischen wie hygienischen Gründen stellt sich daher die Forderung ein, alles Obst vor dem Genusse zu reinigen.

Die Reinigung des Obstes hat in der Wirklichkeit gewisse Grenzen, die man im täglichen Leben kaum überschreiten dürfte. Es frägt sich nun, was damit erreicht werden kann, wenn man sich den praktisch ausführbaren und thatsächlich angewendeten Reinigungsweisen anschliefst. Zur Beantwortung dieser Frage wurden die folgenden Untersuchungsreihen ausgeführt, durch welche die früheren ebenfalls hierher gehörigen Versuche ergänzt werden.

14. Versuch vom 16. X. 1900.

Hier wurden sechs Birnen verwendet. Sie wurden zunächst mit einem sterilisierten Lappen abgerieben, nachdem vorher die Hände mit Seife, Alkohol und Sublimat gereinigt worden waren, darauf wurde der Lappen in einen der schon früher erwähnten Emailkessel gebracht, dessen Wasserinhalt nach 15 Minuten langem Kochen auf 675 g bestimmt worden war. In diesem Wasser blieb der Lappen etwa 10 Minuten lang liegen und wurde auch mit ausgeglühter Pincette darin ausgewaschen. Aus dem Wasser wurden dann Plattenkulturen angefertigt.

I	II	III	IV
Heydenagar	1 ccm	30	20 200
Heydenagar	3 × 27,6 mg	200	16 200
Gelatine .	3 × 27,6 mg	verflüssigt	—

15. Versuch vom 20. X. 1900.

Hierbei werden acht Birnen bei sterilen Händen mit sterilisiertem Tuche abgerieben. Dieses wird sodann in einen Kessel mit 462 g Wasserinhalt gebracht, daselbst etwa 10 Minuten lang aufweichen lassen und auch herümgerührt. Aus diesem Wasser werden die ersten Platten gegossen.

Darauf werden die acht Birnen in einen zweiten Kessel mit 435 g Inhalt gebracht und 5 Minuten darin herumgeschwenkt. Aus dem Waschwasser sodann ebenfalls Platten gegossen.

I.

I	II	III	IV
Agar . . .	2 ccm	1 900	440 000
Agar . . .	3 × 27,6 mg	80	450 000
Gelatine .	3 × 27,6 mg	98	550 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	2 ccm	24 800	5 400 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	476	2 500 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	380	2 000 000

16. Versuch vom 3. XI. 1900.

Dieses Mal werden wieder Birnen genommen, und zwar sechs. Diese werden zunächst wieder mit sterilisierten Lappen abgerieben. Derselbe kommt in einen Kessel mit 943 g Wasser, wird darin 10 Minuten herumgerührt und aufweichen lassen. Daraus werden die ersten Platten gemacht.

Die sechs Birnen werden darauf in einen anderen Kessel mit 663 g Wasser gebracht, dann einige Minuten abgespült; aus diesem Wasser werden die zweiten Platten gegossen.

Sodann kommen die Birnen in einen zweiten Kessel mit 593 g Inhalt zur nochmaligen, wieder ein paar Minuten dauernden Waschung. Daraus die dritte Plattenserie.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	370	350 000
Gelatine	1 ccm	488	460 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	407	464 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	1 900	1 260 000
Gelatine	1 ccm	2 460	1 630 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	235	1 880 000

III.

I	II	III	IV
Agar . .	3 × 27,6 mg	12	90 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	8	60 000

17. Versuch vom 30. IX. 1900.

Bei diesem Versuche werden unter Annäherung an praktische Verhältnisse 50 Zwetschgen von etwa 12 g Gewicht in einem Kessel unter strömendem Wasser einige Zeit lang abgespült. Dieselben kommen sodann in einen zweiten Kessel mit 828 g gekochten Wassers und werden daselbst wieder verschiedene Male geschwenkt. Daraus werden dann Platten gegossen

Bezüglich des Resultates kann man den Versuch 4 zum Vergleiche heranziehen, wo die erste Waschung in der gewöhnlichen Weise vorgenommen wurde. Das Ergebnis ist:

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	500	414 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	40	331 000

18. Versuch vom 10. X. 1900.

Zur ersten Waschung wurden 1000 ccm einer 0,5 proz. Citronensäurelösung verwendet, wie sie als Zusatz zu Trinkwasser bekanntlich in Cholerazeiten empfohlen worden war. In dieser Lösung wurden sodann 200 g Weintrauben 5 Minuten lang herumgeschwenkt, darauf in einen Kessel mit 657 g Wasser gebracht und dann wieder längere Zeit abgespült. Aus diesem Wasser wurde überimpft.

Parallel zu diesem Versuch kann man vielleicht mutatis mutandis den schon früher angeführten No. 5 zum Vergleiche der Resultate heranziehen.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	570	370 000
Agar . .	2 × 27,6 mg	30	320 000

19. Versuch vom 11. X. 1900.

In einem Glase mit Leitungswasser wurden in der Weise, wie dies gewöhnlich bei der Tafel geschieht, 50 g Trauben einige Minuten lang gespült. Sodann werden sie in einen Kessel mit 739 g gekochten Wassers gebracht, daselbst wieder einige Zeitlang herumgeschwenkt. Aus diesem Wasser wird überimpft.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	1 200	940 000
Agar . .	2 × 27,6 mg	60	810 000

An diesen Tagen waren etwa 15 Keime pro Cubikcentimeter im hiesigen Leitungswasser; sie kommen also kaum in Betracht bei der Übertragung aus dem frischen in das gekochte Wasser.

20. Versuch vom 28. VI. 1901.

1000 ccm Wasserleitungswasser werden der Leitung nach etwa 10 Minuten langem Laufen entnommen; dasselbe enthält an diesem Tage etwa 18 Keime pro ccm. Darin werden 250 g Gartenerdbeeren aus der Markthalle einige

Zeitlang herumgerührt. Aus diesem Wasser wurde überimpft. Sodann nahm ich die Erdbeeren heraus und brachte sie in einen Kessel mit 957 g gekochten Wassers. Darin wurden sie wieder geschwenkt und dann Platten gemacht.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	120	120 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	30	300 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	40	400 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	0,5 ccm	überwuchert	—
Agar . .	3 × 27,6 mg	160	1 900 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	250	2 800 000

21., Versuch vom 2. VII. 1901.

Es wurden 250 g Heidelbeeren in der städtischen Markthalle gekauft und unter der Wasserleitung in strömendem Wasser etwa 3 Minuten lang gewaschen. Sodann wurden sie in einen Kessel mit 917 g gekochten Wassers gebracht und darin wieder abgespült. Aus diesem Spülwasser wurde dann überimpft.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	100	91 700
Agar . .	3 × 27,6 mg	12	91 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	13	92 000

Vergleichsweise wurden nun ebenfalls 250 g Heidelbeeren, die aus demselben Korbe stammten, zunächst in einem Kessel mit 927 g Inhalt längere Zeit gewaschen. Dieses wurde sodann in einem zweiten Kessel mit 857 g Wasser wiederholt und aus beiden Platten gegossen.

I.

I	II	III	IV
Agar . .	0,5 ccm	120	220 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	32	270 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	34	278 000

II.

I	II	III	IV
Agar . .	1 ccm	240	205 000
Agar . .	3 × 27,6 mg	20	170 000
Gelatine	3 × 27,6 mg	22	170 000

Mit diesem Versuche habe ich die Reihe dieser Untersuchungen abgeschlossen. Es ergibt sich aus ihr im Vereine mit den früheren Versuchen, dafs es möglich ist, den Schmutz vom Obste mit Hilfsmitteln, die das tägliche Leben leicht anzuwenden gestattet, im erheblichen Mafse zu verringern und zu entfernen. Die angeführten Waschversuche zeigen im allgemeinen, dafs strömendes Wasser am günstigsten gewirkt hat. Um das gleiche Resultat mit der gewöhnlichen Kesselwaschung zu erreichen, müfste längere Zeit, etwa fünf Minuten lang, gespült werden. Die zweite Reinigung steigerte noch etwas die Wirkung der ersten, während die dritte meistens ohne erheblichen Einflufs blieb. Für Birnen und Äpfel, die des Wohlgeschmacks wegen nicht geschält werden, wie z. B. Frühbirnen, zeigen die Versuche, dafs das Abreiben mit Lappen die Bakterien anscheinend lockern, hilft und dann das folgende Waschen dieselben zum gröfsten Teile mit leichter Mühe entfernt.

Die 0,5 proz. Citronensäurelösung erweist sich ebenfalls als ein günstiges Hilfsmittel zur Entfernung der Bakterien. Dagegen läfst sich dasselbe wohl kaum von dem blofsen Eintauchen in ein Glas Wasser sagen, wie der betreffende Versuch zeigt. Demnach hätte Pasteur, der nach einer bekannten Anekdote einstmals bei der Tafel seine Weintrauben in einem Glase abspülte und nachher aus Versehen das Waschwasser austrank, mit den Trauben allein ohne das Waschwasser auch nicht viel weniger Bakterien zu sich genommen.

Bei den Versuchen konnten noch mancherlei Beobachtungen gemacht werden, die teilweise wohl, teilweise nicht direkt in den Rahmen der gestellten Aufgabe gehören, aber doch einiges Interesse darbieten dürften.

Was z. B. die Arten der am Obste vorhandenen Bakterien betrifft, so wurden, da ich nicht über die genügende Zeit verfügen konnte, und weil hier doch vorzugsweise mit zufälligen Erscheinungen zu rechnen war, keine Bestimmungen gemacht. Jedoch konnte beobachtet werden, dafs häufig ein Teil der am Obste haftenden Bakterien sich recht leicht abwaschen liefs, dafs andere dagegen den Fruchtschalen sehr fest anhaften. Während bezüglich letzterer Bakterien, wie unten auseinandergesetzt wird, die Herkunft nicht ohne weiteres klar ist, erscheint die Anwesenheit derselben im ersten Falle zweifellos als die Folge der Beschmutzung. In der That ergaben Anreicherungen mit Pepton-Kochsalzlösungen dabei meist deutlich Coli- und Proteusformen. Doch zeigt auch das ungleiche Resultat der beiden Versuche 7. und 20., dafs auch die dem Schmutze angehörigen Keime infolge irgend eines Einflusses manchmal fester haften können. Es wurde vermutet, dafs es sich dabei um den Einflufs des Antrocknens handeln könnte. Deshalb wurde noch folgender Versuch angestellt.

Drei fast gleich grofse Kirschen bestrich ich möglichst gleichmäfsig mit nicht allzugrofsen Mengen einer Kultur von Bacterium prodigiosum mittels sonst sterilen Pinsels.

Von diesen drei Kirschen wurde eine sofort mehrere Minuten lang in Wasser gewaschen, in frischem Wasser einen Moment abgespült und dann auf einer Agarplatte abgerieben. Letztere kam in einen Brutschrank von 24° Temperatur. Nach 4 Stunden wurde die zweite Kirsche, welche unterdessen geschützt vor Bestäubung an einem trockenen Orte gestanden hatte, derselben Prozedur unterworfen; nach 48 Stunden die dritte Kirsche, die ebenso wie die zweite Kirsche aufbewahrt worden war. Ich erhielt auf der ersten Platte keine Prodigiosuskultur, auf der zweiten und dritten dagegen wohl. Das beweist offenbar, dafs die Bakterien durch das Antrocknen fester am Obst haften und schwerer durch Waschen zu entfernen sind als wenn sie frisch auf dasselbe gekommen. So erklärt sich also wohl auch der Gegensatz zwischen den beiden obengenannten Versuchen, wo eben beim zweiten der Schmutz an den Erdbeeren schon angetrocknet war.

Der Versuch wurde wiederholt, wobei als Antrocknungszeit 24 Stunden genommen wurde. Auch hier erhielt ich das gleiche Resultat: nach dem sofortigen Abwaschen keine Prodigiosuskultur, wohl aber nach 24stündigem Antrocknen und darauffolgendem Abwaschen.

Neben den infolge Beschmutzung an den Früchten vorkommenden Bakterien wurden auch fast stets einzelne Arten chromogener Natur gefunden, die am Obst sehr fest haften und sonst im Laboratorium nicht beobachtet wurden. Dieselben scheinen an der Oberfläche und vielleicht auch in den Poren der Obstschale Bedingungen zu finden, die ihr Fortkommen ermöglichen. Dasselbe gilt wohl auch für eine nicht chromogene Art, die häufig in zahlreichen Exemplaren auf den Platten vorhanden war. Diese ähnelten dem Aussehen nach sehr den Bakterien der Coligruppe; doch ergab es sich, daſs sie in Reinkulturen weder Indol bildeten, noch Milch zum Gerinnen brachten, noch in Traubenzuckerbouillon Gas bildeten. Sie scheinen zu den regelmäſsigen Bewohnern der Schale, insbesondere von Äpfeln und Birnen zu gehören, gerade wie die Schimmel an den Traubenbeeren.

Zum Schlusse dürfte es nicht unzweckmäſsig erscheinen, aus den Gesamtversuchen für eine praktisch ausführbare Reinigung des Obstes das passende Verfahren einigermaſsen abzuleiten. Dies kann etwa folgendermaſsen geschehen: Bei frischem Obste dürfte offenbar in den meisten Fällen eine einmalige, gründliche Waschung, am besten unter strömendem Wasser genügen, wobei das Obst etwas durcheinander geschüttelt wird und zu diesem Zwecke nicht erst wieder mit unberufenen Händen angefaſst zu werden braucht. Mehrfaches, etwa zwei- bis dreimaliges Waschen ist vielleicht nur bei Obst, das längere Zeit dem Eintrocknen ausgesetzt gewesen war, als nötig anzusehen, weil da die Keime fester haften. Durch zu langes und zu oft wiederholtes Waschen wird jedoch, wie auch unsere Erfahrungen zeigen, der Geschmack und das Aroma mancher Obstarten, wie insbesondere von Erdbeeren und Himbeeren nachteilig beeinfluſst. Dieses wird jedenfalls für Tafelzwecke dem verhältnismäſsig

geringen Vorteil gegenüber, den eine zweite und dritte Waschung erzielt, den Ausschlag geben. Wenn Birnen und Äpfel mit der Schale genossen werden, so erscheint es zweckmäfsig, die Früchte erst mit einem sauberen, trockenen Lappen abzureiben und dann in strömendem Wasser abzuspülen. Auf solche Weise werden, wie aus den Versuchen hervorgeht, anhaftende fremde Stoffe in ausreichendem Mafse entfernt.

Übrigens ist beim Reinigen des Obstes mit Wasser die bekannte Thatsache nicht aus dem Auge zu lassen, dafs es, feucht geworden, rasch Gärungserscheinungen und Schimmelwachstum zeigt und bald ungeniefsbar wird. Es sind daher stets nur die, zum unmittelbaren Konsum bestimmten Früchte zu waschen.

Die eben besprochenen Weisen der Reinigung des Tafelobstes entsprechen ungefähr dem, was thatsächlich in vielen Kreisen schon geübt wird und leicht ausgeführt werden kann. Mit ihrer Hilfe kann offenbar, wie nun das Experiment ergibt, der gröfste Teil fremder Stoffe von der Oberfläche der zu geniefsenden Früchte hinweggenommen werden. Jedenfalls verdienen sie allgemein angewendet zu werden. Verfährt man so, wie angegeben, so wird nach unserm Dafürhalten nicht blofs den ästhetischen, sondern auch den hygienischen Bedürfnissen Genüge gethan.

Strafsburg, im Juli 1901

Zur Frage des Einflusses von Fett und Kohlenhydrat auf den Eiweifsumsatz des Menschen.

Von

T. W. Tallqvist,

Assistent an der medizinischen Klinik zu Helsingfors.

(Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.)

In der Nahrung des Menschen spielen bekanntlich die stickstofffreien Nahrungsmittel eine sehr wichtige Rolle; denn wie unentbehrlich auch die Eiweifsstoffe für die Erhaltung des Kräftebestandes des Körpers sind, so ist eine ausschliefsliche Eiweifskost dem Menschen weder seinem Geschmacke noch seinen Verdauungsorganen nach angemessen. Diese Thatsache tritt uns mit unverkennbarer Deutlichkeit aus den zu diesem Zwecke angestellten, statistischen Berechnungen über das Kostmafs des Menschen entgegen. Aus diesen geht ja hervor, dafs der Kulturmensch in der Regel ca. 80 bis 85% seines ganzen Kalorienbedarfs mit Kohlenhydraten und Fett, wobei etwa noch 20 bis 15% auf die eiweifshaltigen Stoffe kommen, deckt.

Welche Verteilung zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffen in der menschlichen Nahrung als die zweckmäfsigste betrachtet werden darf, läfst sich nicht ohne weiteres aus theoretischen Gründen ableiten, ja höchstwahrscheinlich wird die Kost nicht einheitlich nach einem einzigen Schema eingerichtet werden können, sondern verschiedene Aufgaben in der körperlichen Leistung werden neben individuellen Momenten und neben

der Anpassung der Kost an das nebenbei genossene alkoholische Getränk, als das Nervenreizmittel, sehr in Frage kommen; ja vielleicht kommt auch in dieser Hinsicht dem »Stickstoff«, wie ihn verschiedene Nahrungsmittel bieten, auch eine verschiedene, die N-freien Nahrungsstoffe beeinflussende Wirkung zu.

Durch ein relatives Vermehren der N-freien Bestandteile der Kost können wir, wie bekanntlich Bischoff und v. Voit zuerst nachgewiesen haben, den Stickstoffbedarf des Körpers herabsetzen, welches Verhältnis man so ausgedrückt hat, dafs die Kohlenhydrate und das Fett einen eiweifsersparenden Einflufs ausübten. Hierbei scheint es, als ob das Fett in geringerem Grade als die Kohlenhydrate imstande wäre, das Eiweifs des Körpers vor Verlusten zu schützen.

Diese Auffassung gründet sich hauptsächlich auf einige bei Tierversuchen gemachte Erfahrungen, die wir zum allergröfsten Teil den schon erwähnten Münchener Forschern verdanken.[1])

In derselben Richtung gehen auch die Ergebnisse späterer Versuche von Rubner, Potthast und Erwin Voit, und wenn sich auch gewisse Einwürfe gegen einige derselben machen lassen, müssen wir es doch, was den Hund anbelangt — dem ja die Versuche gelten — als bewiesen ansehen, dafs bei ihm Kohlenhydrate kräftiger als Fett das Eiweifs des Körpers gegen Zerfall schützen.

Was die Verhältnisse beim Menschen betrifft, giebt es, so viel ich weifs, nur einen Versuch, der sich auf den physiologischen Zustand desselben bezieht, nämlich einen unter v. Noordens Leitung ausgeführten Selbstversuch von Kayser.

Der Kaysersche Versuch zerfällt in drei Perioden. Während der ersten Periode war die Kost eine gemischte mit 130 g Eiweifs und einer totalen Nahrungsmenge, die zu 38 Calorien pro Kilo des Körpergewichtes berechnet war. Nachdem sich mit dieser Kost N-Gleichgewicht eingestellt hatte, wurden, unter Beibehaltung

1) Hinsichtlich der betreffenden Litteraturangaben vergleiche Kayser: »Über die Beziehungen von Fett und Kohlenhydraten zum Eiweifsumsatz des Menschen.« v. Noordens »Beiträge zur Lehre vom Stoffwechsel«. Heft II, S. 1.

derselben Eiweifsmenge, in der Nahrung sämtliche Kohlenhydrate gegen isodyname Mengen Fett ausgetauscht. Diese ausschliefsliche Eiweifs-Fettdiät, in der also die zweite Periode des Versuches bestand, wurde 3 Tage lang fortgesetzt. Hierbei stellte sich schon am ersten Versuchstage eine nicht unbedeutende Vermehrung der N-Abgabe ein, und diese nahm immer zu, so dafs die N-Bilanz am 3. Tage ein Minus von 4,98 g aufzuweisen hatte, was einem Verlust von etwa 30 g (trockenem) Körpereiweifs entsprach. In der Schlufsperiode, die ebenfalls 3 Tage umfafste, wurde wieder die ursprüngliche gemischte Kost genossen und, wie vorauszusehen war, fing der Körper während dieser Zeit wieder an, Eiweifs anzusetzen.

In diesem Versuche finden wir also beim Menschen denselben weniger vorteilhaften Einflufs des Fettes auf den Eiweifsumsatz, den die Tierversuche dargelegt hatten, indem dieselbe Menge Nahrungseiweifs, die sich beim Vorhandensein von Kohlenhydraten in der Kost, für das Beibehalten des N-Gleichgewichtes als vollkommen genügend erwiesen, bei einem Austausch der Kohlenhydrate gegen eine der Spannkraft nach entsprechenden Menge Fetts, nicht mehr das Körpereiweifs gegen eine Zersetzung zu schützen vermag.

In seinen Schlufsbetrachtungen äufsert sich Kayser, auf Grund des von ihm gemachten Versuches, folgenderweise: »Auch im menschlichen Organismus ist das Fett weit weniger geeignet, den Eiweifsbestand des Körpers zu erhalten, als isodyname Mengen von Kohlenhydraten; es werden von den in Gestalt von Fett eingeführten Summen potentieller Energie viel weniger zur Ersparung von Eiweifs herangezogen, als von den in Form von Kohlenhydraten zugeführten. Es bedarf offenbar eines sehr grofsen, das Gesamtbedürfnis weit überschreitenden Angebots potentieller Energie, um allein mit Albuminaten und Fett N-Gleichgewicht zu erhalten. Eiweifsansatz durch diese Kost zu erzielen, scheint ausgeschlossen.«

Diese Schlufsfolgerungen gelten, wie es auch der Verfasser betont, nur für kürzere Perioden. Es wäre ja von Interesse gewesen zu erfahren, wie sich die N-Bilanz bei einer fortgesetzten

absoluten Eiweifs-Fettdiät gestellt hätte, wie aber der Verfasser selbst hervorhebt, entstand bei ihm ein solcher Ekel vor dieser Kost, dafs es ihm unmöglich wurde noch damit fortzufahren.

Gegen den Kayserschen Versuch liefse sich mit Rücksicht auf die Verhältnisse im täglichen Leben vielleicht einwenden, dafs durch die absolute Eiweifs-Fettdiät ein abnormer Faktor eingeführt worden ist, denn wenn auch bei dem Versuche sowohl Stickstoff als Fett eine normale Resorption aufweisen, entspricht jedoch eine solche Kostanordnung nicht der gewöhnlichen Nahrungsweise des Menschen, weshalb auch der Gedanke, dafs der Umsatz durch ungünstig influierende Momente dieser oder jener Art möglicherweise beeinflufst werden könnte, nicht ganz und gar aufser Acht gelassen werden kann und zwar besonders, wo es nur eine kurze Periode gilt. Aber auch abgesehen hiervon, ist es von Interesse zu erforschen, ob die durch das Fett eingeführten Wärmeeinheiten sich hinsichtlich des Eiweifs ersparenden Einflusses, den in den Kohlenhydraten enthaltenen Calorien gegenüber, in demselben Grade unterlegen erweisen, auch in einer Kost, wo nicht alle Kohlenhydrate ausgeschlossen sind, sondern die N-freien Bestandteile der Nahrung nur zum überwiegenden Teil aus Fett bestehen.

Zu einem Versuche dieser Art wurde ich Winter 1899 während meines Aufenthaltes am Hygienischen Institut zu Berlin, von Professor Rubner angeregt.

Versuch.

Die bei freier Wahl der Kost beobachteten Unterschiede in der Zusammensetzung aus Eiweifs, Fetten und Kohlenhydraten sind erheblich, aber entsprechen keineswegs einem völligen Ersatz der Fette durch Kohlenhydrate und umgekehrt. Meine Aufgabe war die, solche Schwankungen in der Relation der N-freien Stoffe zum Eiweifs, wie sie im täglichen Leben beobachtet worden sind, in ihrem Einflufs auf den Eiweifsumsatz und -Ansatz zu prüfen, wobei die Menge der Gesamtzufuhr, also die Menge der zugeführten Calorien, die gleiche bleiben sollte.

Die Anordnung meines Versuches war in der Hauptsache dem schon oben erwähnten Kayserschen ähnlich. Während

einer Vorperiode von einigen Tagen wurde der ungefähre Eiweifsgehalt der Nahrung bei einer freigewählten Kost bestimmt. Nachdem dieser festgesetzt war, begann der eigentliche Versuch mit einer gemischten Kost, die die bewufste Menge N-haltiger Bestandteile, sowie reichliche Quantitäten Kohlenhydrate enthielt. Nach erlangtem N-Gleichgewicht wurde jedoch hier in der späteren Periode des Versuches, nicht wie bei dem Kayserschen, die ganze Kohlenhydratmenge, sondern nur ein Teil desselben gegen eine isodyname Menge Fetts ausgetauscht und wurde nun der Einflufs dieser Veränderung auf den Eiweifsumsatz beobachtet.

Als Versuchsperson diente der Verfasser selbst, der 28 Jahre alt, von gewöhnlichem Nutritionszustande und vollkommen gesund ist, und dessen Körpergewicht etwa 80 kg beträgt.

Den Versuchstag berechnete man von 9 Uhr morgens bis zum folgenden Morgen um 9 Uhr. Während der Untersuchung wurde betreffs aller äufseren Umstände die möglichst gröfste Gleichförmigkeit beobachtet. Der Tag wurde somit auf 9 Arbeitsstunden im Laboratorium, zwei kürzere Spaziergänge von gleichlanger Dauer und zwei Stunden Arbeit zu Hause verteilt. Die Kost wurde jedesmal für je 4 Tage eingekauft, unmittelbar in den bestimmten Tagesportionen gewogen, die dann zweckmäfsig aufbewahrt wurden. Für jede Periode wurden alle angewandten Nahrungsmittel besonders analysiert. Die Nahrung wurde vom Verfasser selber zubereitet und im Laboratorium verzehrt, wobei an jedem Tage dieselbe Menge auf die einzelnen Mahlzeiten verteilt wurde. Andere Genufs- oder Nahrungsmittel, als die einmal festgesetzten, kamen nicht vor, ein paar leichte Cigarren ausgenommen.

Der Harn wurde täglich in ein Mischgefäfs aufgesammelt und mit ein wenig Chloroform versetzt. Für die Proben wurde jedesmal nach Umrührung der Flüssigkeit 5 ccm herausgeholt. Das Begrenzen der Fäces, welches bei beiden Perioden gut gelang, wurde durch einen Milchtag erzielt, mit welchem also die Untersuchung sowohl begonnen als abgeschlossen wurde, und welcher ebenfalls zwischen die beiden Perioden eingeschoben

wurde. Die Fäces wurden direkt in eine gröfsere Porzellanschale aufgenommen und gewogen, sowie hiernach getrocknet. Von der Trockensubstanz wurden 1—2 g für die Untersuchungen verwendet.

Die N-Analysen wurden auf gewöhnliche Weise nach Kjeldahl vorgenommen. Das Fett wurde nach Soxhlet und die Kohlenhydrate als Zucker dem Allihnschen Verfahren gemäfs festgestellt. Die Asche wurde wie gewöhnlich durch Verbrennen in einer Platinschale erhalten. Für sämtliche Untersuchungen, sowohl für die in der Nahrung wie für die im Harn und in den Fäces, wurden Doppelanalysen vorgenommen, die sich als wohl übereinstimmend erwiesen.

Folgende Nahrungsmittel wurden für den Versuch gewählt: Fleisch, Milch, Butter, Speck, Brot, Zucker (reiner Rohrzucker), Kaffee und Bier, sowie Kochsalz. Der durch die Analysen festgesetzte Gehalt von Stickstoff, Fett, Kohlenhydraten und Asche in den einzelnen Nahrungsstoffen bei den beiden verschiedenen Versuchsperioden, geht aus der unten ersichtlichen Zusammenstellung hervor.

Periode I.

	Prozent Stickstoff	Prozent Fett	Prozent Kohle-Hydrat	Prozent Asche	
Fleisch . . .	3,70	0,55	—	0,98	
Milch	0,45	1,55	5,11	0,76	
Butter	0,08	88,78	—	0,85	
Brot	0,77	—	55,18	0,65	
Zucker	—	—	100,0	—	
Kaffee	0,22	—	—	—	
Bier	0,09	—	7,21	0,24	Alkohol 2,50%.

Periode II.

Fleisch . . .	3,59	0,63	—	1,01	
Milch	0,58	1,86	5,05	0,78	
Butter	0,06	86,85	—	0,59	
Brot	0,76	—	54,68	0,73	
Speck	0,05	86,30	—	0,40	
Zucker	—	—	100,0	—	
Kaffee	0,22	—	—	—	
Bier	0,10	—	7,30	0,24	Alkohol 2,57%.

Bei frei gewählter Kost wechselte die tägliche Eiweifsmenge meiner Nahrung zwischen etwa 95 und 100 g, weshalb diese Menge auch für den Versuch beibehalten wurde. Es wurde ferner beachtet, dafs das Verhältnis zwischen den animalen und vegetabilischen N-haltigen Stoffen während der beiden Perioden nicht gestört wurde. Die dem Körper in den beiden Fällen zugeführte Menge Nahrung stieg im Verlaufe von 24 Stunden etwa auf 2870 Calorien oder 35 Calorien pro Kilo des Körpergewichtes, dem Kraftverbrauch entsprechend, den Rubner[1]) bei leichterer Arbeit und einem Körpergewicht von 80 kg (2864 Cal.) angibt.

Die tägliche Menge der einzelnen Nahrungsmittel in den beiden Perioden des Versuches, sowie die Calorienverteilung läfst sich aus der nachfolgenden Tabelle ersehen:

Periode I.

	Pro Tag								
	Feucht-Subst.	Trocken-Subst.	N anim.	N veget.	Fett	C-Hydrat	Asche	Alkohol	
Fleisch .	330 g	82,83 g	12,21 g	—	1,75 g	—	3,23 g	—	
Milch .	100 ccm	11,31 »	0,45 »	—	1,60 »	5,11 g	0,82 »	—	
Butter .	46 g	41,29 »	0,03 »	—	40,71 »	—	0,39 »	—	
Brot . .	350 »	198,10 »	—	2,70 g	—	178,94 g	2,28 »	—	
Zucker .	—	230,00 »	—	—	—	230,00 »	—	—	
Kaffee .	20 g	—	—	0,22 g	—	—	—	—	
Bier . .	720 ccm	—	—	0,66 »	—	51,91 g	1,73 g	18,50 g	
Kochsalz	—	10,00 g	—	—	—	—	10,00 »	—	
			12,69 g	3,58 g	44,06 g	465,96 g	18,45 g	18,50 g	
			16,27 g						
		Calorien	416,83		409,76	1910,44	—	129,50	Sa. Cal. 2866,53

1) Handbuch der Ernährungstherapie und Diätetik, Bd. I S. 147.

Periode II.

Pro Tag

	Feucht-Subst.	Trocken-Subst.	N anim.	N veget.	Fett	C-Hydrat	Asche	Alkohol	
Fleisch .	330 g	82,00 g	11,85 g	—	2,08 g	—	3,38 g	—	
Milch .	100 ccm	11,56 »	0,58 »	—	1,86 »	5,05 g	0,78 »	—	
Butter .	81,5 g	71,31 »	0,05 »	—	70,53 »	—	0,47 »	—	
Speck .	76 »	69,84 »	0,04 »	—	65,59 »	—	0,30 »	—	
Brot . .	350 »	196,59 »	—	2,66 g	—	177,41 g	2,56 »	—	
Zucker .	—	15,00 »	—	—	—	15,00 »	—	—	
Kaffee .	20 »	—	—	0,20 g	—	—	—	—	
Bier . .	720 ccm	—	—	0,70 »	—	52,63 g	1,72 g	19,02 g	
Kochsalz	—	10,00 g	—	—	—	—	10,00 g	—	
			12,52 g	3,56 g	140,06 g	250,09 g	19,16 g	19,02 g	
			16,08 g						
		Calorien	412,05		1302,56	1025,37	—	133,14	Sa. Cal. 2873,18

Bei einer fast unveränderten Eiweifsmenge (101,7 bezw. 100,5 g) stellt sich also das Verhältnis zwischen Fett und Kohlenhydrat bei der ersten Kostanordnung wie 1 : 10,6, bei der zweiten dagegen wie 1 : 1,8.

Auf 100 Calorien kommen:

	Eiweifs	Fett	Kohle-Hydrat
in Periode I . .	15,2	14,9	69,9
in Periode II . .	15,0	47,5	37,5

Wie sich nun das Verhältnis zwischen N in Einnahmen und Ausgaben bei diesen verschiedenen Diätschemas, sowie die übrigen Umstände bei dem Versuche gestalteten, geht aus der folgenden Tabelle hervor. (Siehe Übersichtstabelle auf S. 185.)

Besprechung der Resultate.

Das Hauptinteresse des Versuches knüpft sich, wie schon hervorgehoben worden, an den etwaigen Einflufs, den der Eiweifsumsatz durch die veränderte Beziehung der N-freien Nahrungsmittel untereinander erleidet. Ehe ich aber hierzu übergehe, will ich jedoch kurz einige andere Umstände bei dem Experiment hier erst berühren.

Übersichtstabelle.

Datum	Körpergewicht	Einnahmen		Ausgaben									N-Bilanz
		Gesamt-N	Asche	Harn					Feucht. Fäces-Substanz 347,46 g Trockene Fäces-Substanz 93,47 g			Gesamt-N	
				Harnmenge	Spez. Gewicht	N	C	Asche	N	Fett	Asche		
Periode I.													
30. März	80,7 kg	16,27 g	18,45 g	1118ccm	1023	15,61 g	11,79 g	10,62 g	1,50 g	3,49 g	2,62 g	17,11 g	— 0,84 g
31. »	—	16,27 »	18,45 »	858 »	1029	12,91 »	11,45 »	7,29 »	1,50 »	3,49 »	2,62 »	14,40 »	+ 1,86 »
1. April	—	16,27 »	18,45 »	824 »	1032	13,15 »	11,83 »	12,61 »	1,50 »	3,49 »	2,62 »	14,65 »	+ 1,62 »
2. »	81,9 »	16,27 »	18,45 »	802 »	1032	14,08 »	12,07 »	9,74 »	1,50 »	3,49 »	2,62 »	15,58 »	+ 0,69 »
Periode II.									Feucht. Fäces-Substanz 279,10 g Trockene Fäces-Substanz 85,00 g				
4. April	81,5 kg	16,08 g	19,16 g	792ccm	1032	16,47 g	11,93 g	12,00 g	1,19 g	4,28 g	2,23 g	17,66 g	— 1,58 g
5. »	—	16,08 »	19,16 »	907 »	1031	16,13 »	13,97 »	8,66 »	1,19 »	4,28 »	2,23 »	17,32 »	— 1,24 »
6. »	—	16,08 »	19,16 »	889 »	1031	14,75 »	12,81 »	9,65 »	1,19 »	4,28 »	2,23 »	15,94 »	+ 0,14 »
7. »	81,2 »	16,08 »	19,16 »	842 »	1033	15,03 »	13,50 »	10,90 »	1,19 »	4,28 »	2,23 »	16,22 »	— 0,14 »

Was zuerst das allgemeine Befinden anlangt, liefs sich irgendwelcher Einflufs auf dasselbe weder bei der früheren, noch bei der späteren Diät wahrnehmen. In der ersten Hälfte des Versuches, wo die Kohlehydrate überwogen, war hauptsächlich nur die grofse Menge Zuckers etwas Ungewöhnliches, und zwar gab sich diese durch einen süfslichen Geschmack im Munde kund, welcher mir besonders morgens beim Erwachen eine gewisse Unannehmlichkeit bereitete. Ein Übergang des Zuckers in den Harn liefs sich bei den zu diesem Zwecke angestellten gewöhnlichen Proben an keinem der Versuchstage entdecken. Etwas gröfsere Schwierigkeiten bereitete in der zweiten Periode des Versuches die reichliche Fettmenge. Besonders am letzten Versuchstage ekelte mir schon dermafsen vor dieser Speise, dafs ich sie nur mit Gewalt herunterschlucken konnte, und mit einer gewissen Erleichterung ging ich auch zu der etwas knappen Milchkost des folgenden Abgrenzungstages über.

Das Körpergewicht nahm in der Kohlenhydratperiode um 1,2 kg zu, während es in der darauffolgenden Fettperiode ein klein wenig, d. h. mit 0,3 kg, abnahm. Infolge der etwas beschränkten Zufuhr von Flüssigkeit war die Harnmenge während der Versuchstage verhältnismäfsig gering, mit einem hohen spezifischen Gewicht des Urins.

Betreffs der Resorptionsverhältnisse bei dem Versuche sind folgende Ziffern anzugeben:

Stickstoff pro Tag in		Unresorbierter Stickstoff	Fett pro Tag in		Unresorbiertes Fett in	Gesamtmenge der Aschenbestandteile in		Unabgesonderte Salze in
Speise	Fäces	in Proz.	Speise	Fäces	Prozent	Speise	Urin und Fäces	Prozent
				Periode I.				
16,27 g	1,50 g	9,2	44,06 g	3,49 g	7,9	73,80 g	50,74 g	31,2
				Periode II.				
16,08 g	1,19 g	7,4	140,06 g	4,28 g	3,1	76,64 g	50,13 g	34,6

Wir sehen also, dafs in beiden Fällen sowohl der Stickstoff als das Fett normal ausgenutzt worden sind.

Was besonders das Fett anlangt, ist in Übereinstimmung mit dem, was Rubner u. A. festgesetzt haben, auch hier

ersichtlich, dafs die Resorption ebenso vollständig vor sich geht, wenn grofse, wie wenn geringe Mengen desselben in der Nahrung vorkommen. In der späteren Hälfte des Versuches stellte sich sogar die resorbierte Menge hiervon prozentarisch etwas vorteilhafter bei der gröfseren Fettmenge, wobei doch nicht zu vergessen ist, dafs bei der Ätherextraktbestimmung der Fäces eine gewisse Menge immer auf Gallenpartikeln und andere dem Körper selber entstammende Bestandteile kommen, was also, ähnlich wie bei dem Feststellen der Stickstoffausnutzung daran schuld ist, dafs es nicht der faktische Resorptionskoëffizient ist, den wir bei diesen Bestimmungen erhalten.

Von den Salzen finden sich in den Ausleerungen in Periode I 68,8 % und in Periode II 65,4 % wieder. Eine Bestimmung über die Ausnutzung der Kohlenhydrate wurde bei dem Versuche nicht vorgenommen.

Wir kommen dann zur Frage des Einflusses auf den Eiweifsumsatz bei den verschiedenen Diäten. Am ersten Versuchstage zeigt uns die Bilanz bei der reichen Kohlenhydratkost einen geringeren N-Verlust, auf welches Minus indessen bald ein Plus folgt, das schon am zweiten Tage sein Maximum erreicht mit einer Stickstofferspamis von 1,86 g. Darnach macht sich wieder eine Ausgleichungstendenz geltend, und wenn am vierten Tage die Serie unterbrochen wird, erreicht die Differenz der N-Bilanz nur + 0,69 und ist somit also das N-Gleichgewicht fast wieder hergestellt. Im ganzen ist während dieser Periode eine N-Ersparnis von 3,30 g zu konstatieren, oder es hat mit anderen Worten bei der kohlenhydratreichen Versuchskost ein gewisser Eiweifsansatz stattgefunden.

Im Gegensatz hierzu finden wir in der darauffolgenden Fettperiode einen Stickstoffverlust, der in Summa 2,82 g erreicht, der sich aber nur auf die zwei ersten Versuchstage verteilt. Schon am dritten Tage ist ein Gleichgewicht der N-Bilanz wieder erreicht und zwar scheint dieses auch fortan zu bestehen. Als Facit sämtlicher 8 Versuchstage ergiebt sich in der Stickstoffbilanz ein Plus von 0,51 g.

Mein Versuch beweist also, dafs bereits die praktische Schwankung des Fett- und Kohlenhydratgehaltes der Kost einen verschiedenen Bedarf an N entspricht, und dafs die Kohlenhydrate dabei thatsächlich mehr als das Fett an Eiweifs einsparen. Bei der kohlenhydratreichen Kost hätte gewifs mit einer N-Menge von 14,5 g im Tag ein Gleichgewicht erzielt werden können, während der gleiche Zustand bei fettreicher Kost nur annähernd mit 16,1 g N im Tag erzielt wurde. Dabei war aber bei ersterer etwas N-Ansatz, bei letzterer etwas N-Abgabe vorhergegangen, somit der Endzustand nicht absolut derselbe. Die Unterschiede im N-Bedarf sind immerhin beachtenswert, weil es sich ja um dauernde Ersparungen handelt, welche in längeren Perioden immerhin von praktischer Bedeutung werden können.

Weniger bedeutungsvoll scheint mir die Veränderung des Körpers, die sich bei der kohlenhydratreichen Kost mit den 16,3 g der Zufuhr vollzieht unter einem geringen N-Ansatz, und des Eiweifsverlustes bei Fettkost unter Zufuhr von 16,1 g N im Tag.

Man kann somit sagen, dafs innerhalb der von mir gewählten Grenzen die Beigabe von Fett oder Kohlenhydraten wohl von Belang ist für die gleichzeitig zu fütternde Eiweifsmenge, dafs aber in ihrer Gesamtwirkung auf den N-Bestand des Körpers die Veränderungen nicht von erheblichem Einflusse sind.

Die Ergebnisse Kayser's decken sich insofern nicht völlig mit meinen Versuchen, da bei seiner absoluten Fettdiät während der ganzen Versuchsperiode kein N-Gleichgewicht erreicht worden war; dies Resultat kann aber kaum befremden, da unsere Versuchsbedingungen zu verschieden waren und bei mir neben Fett auch noch Kohlenhydrate gereicht worden waren.

Ich habe im Harn die Menge des täglich ausgeschiedenen C direkt mittels der Methode von Scholz untersucht.

Während der Kohlenhydratperiode schwankte an den einzelnen Tagen die Kohlenstoffausscheidung weniger als die N-Ausscheidung,

etwas gröfsere Differenzen weisen die Tage mit Fettfütterung auf. Die Quotienten $\frac{C}{N}$ waren in den beiden Reihen:

	kohlenhydratreiche Kost	fettreiche Kost
1. Tag	0,76	0,72
2. »	0,88	0,86
3. »	0,89	0,87
4. »	0,86	0,89.

Jede Periode beginnt mit einem niedrigeren Quotienten, der offenbar von der vorausgehenden Milchdiät beeinflufst worden ist; denn bei dieser sind von Rubner[1]) niedrigere Quotienten, als sie meiner gemischten Kost entsprechen, gefunden worden. Vom 2.—4. Tag aber unterscheiden sich bei mir die Quotienten fast nicht, gleichgültig, ob das Fett oder die Kohlenhydrate in der Nahrung im Übergewicht waren.

	$\frac{C}{N}$
Kohlenhydratreiche Kost	0,876
fettreiche Kost	0,873.

Die Zusammensetzung der Kost, was ihre N-freien Komponenten anlangt, erweist sich also ohne Einflufs auf den Kohlenstoffgehalt des Harnes. Meine Ergebnisse decken sich also nicht mit den Angaben von Tangl.[2])

1) Zeitschr. f. Biologie, XXXVI, S. 71.
2) Archiv f. Anat. u. Physiologie, 1899, S. 261.

Wieviel Ammoniak nimmt ein Hund in einer Ammoniakatmosphäre auf und auf welchem Wege?

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann** und Dr. **W. Gast.**

(Referent: Prof. Dr. K. B. Lehmann.)

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Würzburg.)

Nachdem ich in Bd. XXXIV S. 308 dieses Archives darüber berichtet, dafs die Chlormengen, welche ein Hund in einer Chloratmosphäre aufnimmt, zum gröfsten Teil, $^4/_5$—$^5/_6$, nicht durch die Atmung, sondern durch Haut und Haare gebunden werden, mufste ich den lebhaften Wunsch verspüren, die gleiche Frage auch für ein anderes Gas zu bearbeiten. Mit Herrn Dr. Walther Gast habe ich deshalb das Verhalten des Ammoniakgases unter den gleichen Verhältnissen untersucht, wobei wir uns eng an die bewährte Versuchsanordnung der Chlorversuche anschlossen.

Zu den Versuchen diente wieder ein geräumiger Kasten aus Glas und Metall, durch den eine gleichmäfsige Mischung von Luft und Ammoniakgas durchgesaugt wurde. In jedem Experiment wurde zuerst bestimmt, wieviel Ammoniak vom Kasten ohne Hund gebunden wurde, dann folgte der Hauptversuch, bei dem sich ein Hund in dem mit Ammoniak durchströmten Kasten aufhielt, und nachdem ein bis mehrere Male die Ammoniakabsorption durch Hund und Kasten bestimmt worden war, kam endlich ein Nachversuch ohne Hund, wobei abermals die Ammoniakbindung durch den leeren Kasten ermittelt wurde. Es lieferten diese Versuche, die stets eine halbe Stunde dauerten und bei einer Ventilationsgröfse von 1800 l in der Stunde vorgenommen und auf

eine Stunde umgerechnet wurden, alle notwendigen Daten zu einer genauen Bestimmung der Absorption von Ammoniak durch den Hund allein.

Ich teile einen Versuch ausführlich mit:

Am 6. II. 1899 wurden erst drei blinde Vorversuche über die Ammoniakabsorption des Kastens gemacht.

Leerer Kasten (Vorversuch).

	1 l Luft enthält		Gehalt am Boden pro 1 l	Differenz pro 1 l mg NH_3	Differenz pro 1800 l mg NH_3
	Einstrom mg NH_3	Ausstrom mg NH_3			
10 Uhr . . .	1,45	1,21	1,45	0,09	162
10 Uhr 30 Min.	1,49	1,40	1,45	0,09	162
11 Uhr . . .	1,45	1,40	1,40	0,05	90

Um 11 Uhr 25 Min. kommt der Hund in den Kasten.

Kasten und Hund (Hauptversuch).

	1 l Luft enthält		Gehalt am Boden pro 1 l	Differenz pro 1 l mg NH_3	Differenz pro 1800 l mg NH_3
	Einstrom mg NH_3	Ausstrom mg NH_3			
11 Uhr 35 Min.	1,28	0,43	1,23	0,85	1530
12 Uhr . . .	1,49	0,72	1,49	0,77	1386
12 Uhr 30 Min.	1,49	0,68	1,45	0,81	1458

Im Kasten zeigt der dicke, dicht- aber ziemlich kurzhaarige Hund, der schon zweimal zu ähnlichen Versuchen gedient hatte, starke Speichelsekretion und Zukneifen der Augen, sonst keine Symptome von Belästigung. Er verharrt in ruhig sitzender Stellung.

Leerer Kasten (Nachversuch).

	1 l Luft enthält		Gehalt am Boden pro 1 l	Differenz pro 1 l mg NH_3	Differenz pro 1800 l mg NH_3
	Einstrom mg NH_3	Ausstrom mg NH_3			
1 Uhr . . .	1,36	1,28	1,32	0,08	144
1 Uhr 30 Min.	1,32	1,32[1])	1,28	0	0
2 Uhr . . .	1,28	1,23	1,23	0,08	90

1) Hier liegt natürlich ein sehr kleiner Titrierfehler zu Grunde.

Berechnet man aus diesen Daten die Ammoniakabsorption des Hundes, so ergiebt sich:

Der Kasten allein absorbiert Ammoniak

im Vorversuch 162, 162, 90, im Mittel 138,
im Nachversuch 144, 90, — im Mittel 117.

Der Kasten und Hund absorbieren Ammoniak 1530, 1386, 1458, im Mittel 1456.

Also absorbiert der Hund allein pro Stunde 1456 — ca. 127 = 1329 mg, oder wenn man für den Kasten die Maximalzahl setzt, 1456 — 162 = 1294 mg Ammoniak.

Die übrigen Versuche seien nur kurz in tabellarischer Form dargestellt.

Tabellarische Übersicht der Versuche.

(Alle Werte sind in Milligramm angegeben.)

Nr.	Inhalt des Kastens	Vorversuch			Hauptversuch			Nachversuch			Absorption durch d. Hund	
		Es absorbiert der Kasten pro 1 Stunde	Mittel	Gehalt der Kastenluft[1]	Es absorbiert der Kasten und Hund pro 1 Std.	Mittel	Gehalt[1] der Kastenluft	Es absorbiert der Kasten pro 1 Stunde	Mittel	Gehalt der Kastenluft		
		in mg NH_3										
I	Hund I	18 18	18	0,69	270 252	261	0,65	36	36	0,6	234	Sommerpelz
II	Hund II	90 36	63	0,62	270 324	297	0,7	18	18	0,85	236	Sommerpelz
III	Hund III	162 144 90	132	0,84	774 702 828	766	0,41	90 162 144	132	0,57	634	Sommerpelz
IV	Hund III	162 162 90	138	1,4	1530 1386 1458	1456	1,01	144 90	117	1,28	1329	Winterpelz
V	Hund III	234 306 234	258	2,45	1530 1600 1530	1553	1,75	144	144	1,87	1409	Winterpelz

Das Resultat der Tabelle lautet, dafs ein Hund — bei kürzerem Aufenthalt — in Ammoniakatmosphäre 225 bis 1409 mg

1) Die angegebenen Zahlen für »Gehalt der Kastenluft« sind Mittelwerte aus »Einstrom« und »Abstrom«.

Ammoniak pro Stunde verschwinden läfst. Dabei verhielten sich die Versuchstiere nicht gleich. Die ersten 8,5 und 9,0 Kilo schweren Hunde absorbierten trotz ziemlich verschiedener Behaarung bei 0,64 — 0,7 mg pro 1 l ca. 225 — 234 mg, während der 3. Hund von etwa 11 Kilo wesentlich gröfsere Ammoniakmengen zum Verschwinden brachte.

Bei 0,4 mg pro 1 Liter wurden ca.	634 mg
1,01	1318
1,75	1409

pro 1 Stunde. Eine sichere Erklärung dieser Differenz ist nicht zu geben; die wahrscheinlichste ist mir die, dafs das Tier nicht nur durch gute Fütterung um etwa 2 Kilo zugenommen, sondern auch seinen Sommerpelz mit dem Winterpelz vertauscht hatte. Die Versuche mit der starken Absorption sind nämlich Anfang Februar, die mit der schwachen im September angestellt, wo vielleicht ein Teil der Sommerhaare sogar ausgefallen war, ohne dafs die Winterhaare nachgewachsen waren.

Mit diesem Satze ist schon angedeutet, dafs wir auf eine einfache Rechnung hin auch für die Ammoniak-Absorption für den Hund der Haut und ihren Haaren eine grofse Bedeutung zuschreiben. Die Rechnung ist folgende:

Ein Hund von 8 Kilo atmet pro Stunde höchstens 120 l Luft ein, kann also unter der Annahme, dafs er alles inspirierte Ammoniak auch absorbiert, im Maximum zum verschwinden bringen:

0,4 mg pro 1 l:	120 · 0,4 = 28 mg
0,7	120 · 0,7 = 84
1,0	120 · 1,0 = 120
1,5	120 · 1,5 = 180
1,75	120 · 1,75 = 210.

Da unsere Hunde aber bei 0,7 225—230, ja Nr. 3 schon bei 0,4 mg 634 mg absorbierten, und bei 1,75 1409 mg pro 1 Stunde verschwanden, so kann die Absorption durch die Lunge nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Zur Kontrolle dieser Rechnung haben wir, wie bei den früheren Chlorversuchen, die Ammoniakabsorption durch das tote Tier untersucht (Hund III).

Vorversuch ohne Hund.

Bei einem Ammoniakgehalt von 2,08 mg pro 1 l wurden pro 1800 l 72 mg durch den Kasten absorbiert.

Versuch mit dem toten Hund.

Bei einem Ammoniakgehalt von 1,19 resp. 1,15 mg pro 1 l wurden pro 1800 l 918 resp. 828 mg durch Hund und Kasten absorbiert.

Nachversuch ohne Hund.

Bei einem Ammoniakgehalt von 1,57 resp. 1,53 mg pro 1 l wurden pro 1800 l 72 resp. 72 mg durch den Kasten absorbiert.

Es absorbierte also der tote Hund allein pro 1 Stunde 918 resp. 828 minus 72 mg Ammoniak, also durchschnittlich 837 mg.

Sofort nach dem Nachversuche wurde nochmals ein Versuch mit dem toten Hund gemacht, der aber tüchtig angesprengt, resp. mit Wasser eingerieben wurde.

Bei einem Gehalt von 1,06 resp. 0,98 mg pro 1 l wurden wieder 918 resp. 990 mg vom Hund und Kasten absorbiert, im Nachversuch ohne Hund wieder 72 mg, also durchschnittlich vom feuchten Hund allein 882 mg.

Wir haben vorhin berechnet, dafs ein Hund bei 1,75 mg Ammoniak im Liter nicht mehr wie 210 mg pro Stunde durch die Respiration absorbieren könne — sein Pelz allein absorbiert 837—882 mg, ja der Wert von 918 mg ist beobachtet. Es erreicht die Summe 210 + 918 = 1128 allerdings noch nicht ganz die Zahl 1409, das Maximum, was der lebende Hund absorbierte, aber er kommt ihm schon recht nahe. Zur Erklärung des Zurückbleibens der Zahl darf wohl darauf hingewiesen werden, dafs der tote Hund auf der Seite lag und ein gröfserer Teil des Pelzes als beim lebenden Hunde aufser Funktion gesetzt war. Anderseits erscheint es ja möglich, dafs, wenn das Haar des toten und lebenden Tieres auch gleiche Ammoniakmengen absorbiert, doch die Gesamtabsorption durch das lebende Tier gröfser ist, da die Haut des lebenden Tieres vielleicht stärker absorbiert.

Zur Ermittelung, ob es mehr die Haut oder mehr die Haare des toten Tieres seien, welche Ammoniak absorbieren, hätte man das tote rasierte Tier mit dem toten behaarten vergleichen können. Der Versuch ist bisher nicht ausgeführt, weil wir durch Rasieren des Tieres zu unnatürliche Versuche herzustellen fürchteten, und weil wir die hohe Bedeutung der Haare für die Ammoniakabsorption leicht direkt feststellen konnten.

Wir brachten 70 g lockere Schafwolle (nach Rubner wiegen die Winterhaare eines Hundes von 4—5 kg 70 g) in den Käfig; dieselbe absorbierte trocken

pro 1. Stunde 396
pro 2. Stunde 612
pro 3. Stunde 774,

obwohl an diesem Tage durch Erschöpfung des Ammoniakgehalts in der Druckflasche der Gehalt von 2,12 auf 1,36 und endlich gar 0,42 mg pro 1 l sank. Da im blinden Vor- resp. Nachversuch der Kasten allein nur 90, resp. 72 mg pro Stunde absorbierte, so nahmen 70 g Wolle hintereinander 316 mg, 532 mg, 694 mg pro 1 Stunde auf. Gewifs sehr beträchtliche Mengen.

Das Steigen der Ammoniakabsorption von Stunde zu Stunde brachte uns auf die Idee, dafs es wohl der steigende Wassergehalt der Wolle sei, welcher die steigende Ammoniakaufnahme bedinge. Wir wiederholten daher den Versuch mit Wolle, die wir durch Einwickeln in feuchte Tücher von 70 g auf 86 g, d. h. auf 23 % Feuchtigkeit gebracht hatten. Der Ammoniakgehalt betrug im Vorversuch 2,32 mg pro 1 l, die Absorption des Kastens 90 mg pro 1 Stunde.

Im Hauptversuch stieg die Absorption auf 1152, 1000 und 1152 mg pro 1 Stunde bei einem Ammoniakgehalt von 1,54 pro Liter, d. h. es absorbieren 70 g trockene Wolle im befeuchteten Zustand 1062, 910 und 1062 mg Ammoniak, Werte, die denen sehr ähnlich sind, die wir für den befeuchteten Pelz des toten Hundes gefunden.

Bei dieser vollkommenen Übereinstimmung ergiebt sich als Resultat unserer Arbeit — ganz ähnlich wie bei den Versuchen mit Chlor:

Die erheblichen Ammoniakmengen (bis 1400 mg), die ein Hund von 8—11 kg pro Stunde aus einem Ammoniakstrom von ca. 1,7 mg pro 1 l verschwinden läfst, werden zum gröfsten Teil ($^2/_3$—$^3/_4$) nicht von der Lunge, sondern von Haut und Haaren des Tieres gebunden und zwar spielen die Haare eine weit wichtigere Rolle als die Haut.

Diese Resultate sind für mich die Veranlassung geworden, neue Versuche über die Absorption an Gasen und Dämpfen durch unsere Kleidung anzuregen, die von Herrn Dr. C. Kifskalt auf meinen Wunsch ausgeführt wurden. Die Ergebnisse, welche in der folgenden Arbeit niedergelegt sind, sollen noch nach verschiedenen Richtungen erweitert und vertieft werden, doch reichen sie aus, um zu zeigen, dafs grofse Gasmengen auch durch unsere Kleidung absorbiert werden.

Über die Absorption von Gasen durch Kleidungsstoffe.

Von

Dr. Carl Kifskalt,
Assistent am hygienischen Institut Würzburg.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Würzburg.)

Die in der vorstehenden Arbeit von Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann mitgeteilten hohen Werte für die Absorption von Gasen durch Tierhaare veranlafsten ihn, mich anzuregen, eine Reihe methodischer Versuche über die Absorption von Gasen durch Kleidungsstoffe anzustellen. Ich folgte dieser Anregung um so lieber, als eine Durchsicht der Litteratur mich keine Arbeit auffinden liefs, welche sich mit der vorliegenden praktisch und theoretisch interessanten Frage speziell beschäftigte.

Zur Untersuchung kam Wolltrikot und Baumwolltrikot, welch ersteren wir von der Firma Banger Söhne in Stuttgart erhielten, wofür ihr auch an dieser Stelle bestens gedankt sei; ferner gewöhnliche Strickwolle, Strickbaumwolle, rohe Wolle und Watte. Die Versuche wurden in der Weise vorgenommen, dafs eine bestimmte Menge der Stoffe in einem mit dem betreffenden Gase gesättigten Raume der Einwirkung desselben ausgesetzt wurde, und zwar wurden die Stoffe möglichst ausgebreitet aufgehängt oder auf einen Dreifufs gelegt, so dafs sie dem Gase von allen Seiten zugänglich waren. Von den Trikotstoffen wurden stets 100 qcm grofse Stücke genommen; dieselben wogen von dem

leichten Wolltrikot K 2 g, von dem schweren Wolltrikot B 3 g, von dem Baumwolltrikot 2 g.

I. Versuche mit Ammoniak.

Die Versuche wurden in der Weise vorgenommen, dafs unter eine Glasglocke ein Schälchen mit Ammoniakflüssigkeit gestellt wurde; $^1/_2$ bis 1 Stunde später wurden die Stoffe ebenfalls unter dieselbe gebracht. Der aufgenommene Ammoniak wurde einfach durch Titrieren mit $^1/_{10}$ Normal-Schwefelsäure mit Rosolsäure als Indikator bestimmt, nachdem ein Vorversuch gezeigt hatte, dafs die Stoffe vorher neutral reagierten.

Zunächst wurde untersucht, wie viel Ammoniak die einzelnen Stoffe in einer Stunde absorbierten. Die Versuche wurden bei etwa 16° C. vorgenommen.

Es ergaben sich folgende Zahlen:

Wolltrikot leicht (2 g):	36,89 mg NH_3
	35,53 » »
	35,53 » »
Wolltrikot schwer (3 g):	68,85 » »
	74,12 » »
Strickwolle (3 g):	72,25 » »
	56,78 » »
	55,42 » »
	61,88 » »

Mit roher Schafwolle konnte kein Resultat erzielt werden, da dieselbe das Wasser, in dem sie titriert werden sollte, so stark trübte, dafs keine feineren Farbenunterschiede mehr zu erkennen waren.

Baumwolltrikot (2 g):	20,23 mg NH_3
	19,04 » »
Strickbaumwolle (3 g):	39,53 » »
	43,18 » »
Watte (3 g):	51,34 » »
	40,29 » »
	31,45 » »
	38,59 » »

Es absorbierten also, auf 1 g berechnet, im Durchschnitt:

Leichter Wolltrikot 17,99, schwerer Wolltrikot 23,83, Strickwolle 20,56, Baumwolltrikot 9,82, Strickbaumwolle 13,78, Watte 13,47 mg NH_3.

Auf 100 qcm Oberfläche berechnet, absorbierten:

Leichter Wolltrikot 35,98, schwerer Wolltrikot 71,49, Baumwolltrikot 19,64 mg NH_3.

Ferner wurden Versuche angestellt über den Einflufs der Dauer der Absorption auf die Menge des absorbierten Gases.

Dieselben ergaben bei etwa 24° folgendes Resultat:

Dauer	2 g leichter Wolltrikot	also durchschnittlich	2 g Baumwolltrikot	also durchschnittlich
1 Stunde	30,94 37,40	34,17	19,21 24,31	22,26
2 Stdn.	30,09 31,96	30,98	22,10 16,15	19,13
5 »	29,58 29,92	29,75	18,36 18,81	18,59
7 »	30,94 29,92	30,43	23,29 17,68	20,48
24 »	28,39 29,07	28,73	18,36 17,34	17,85

Es war also schon nach einer Stunde die ganze Menge des Ammoniaks absorbiert, so dafs die späteren Stunden keine Steigerung brachten.

Da der Einflufs der Temperatur bei der Absorption der Gase in Flüssigkeiten eine grofse Rolle spielt, so konnte er auch im vorliegenden Falle von Bedeutung sein. Die Glasglocke mit dem Stoffe wurde einerseits in den Brutschrank bei etwa 37°, teils (im Winter) vor das Fenster bei plus 4—5 Grad aufgestellt. Die Versuche, zu denen die leichte Trikotwolle 1 Stunde lang dem Ammoniak ausgesetzt wurde, ergaben im Brutschrank: 22,35; 23,63; 21,59 mg NH_3, also durchsschnittlich 22,46 mg; vor dem Fenster: 44,37; 51,00; 55,76 mg NH_3, also durchschnittlich 50,38 mg. Dies zusammen mit den bei 16° vorgenommenen Versuchen, die 35,98 mg ergeben hatten, zeigt, dafs die Temperatur von grofsem Einflusse ist, indem umsomehr Gas absorbiert wird, je niedriger dieselbe ist.

Da die Versuche den Verhältnissen in praxi möglichst Rechnung tragen sollten, und es oft vorkommt, dafs eine Kleidung durch Regen angefeuchtet, Gelegenheit erhält, Gase zu absorbieren, so wurde auch der Einflufs der Feuchtigkeit auf das Absorptionsvermögen der Stoffe geprüft. Zu diesem Zwecke wurden dieselben teils stark getrocknet, teils mit mehr oder minder grofsen Mengen Wassers angefeuchtet. In den Versuchen

wurde schwerer Wolltrikot genommen und die Stücke teils im Trockenschrank bei 100°, teils im Exsiccator getrocknet und 1 Stunde unter der Glasglocke aufgehängt. Erstere ergaben 49,64; 46,07; 48,62 mg NH_3, letztere 43,01; 54,91 mg NH_3. Die Art des Trocknens war also gleichgültig; im Durchschnitt ergab sich eine Absorption von 48,55 mg NH_3 pro Stück. Vergleicht man dies mit den oben erhaltenen 71,49 mg für ein Stück schweren Wolltrikots, so zeigt sich, dafs ein vollständig getrocknetes Stück nur $^2/_3$ soviel aufzunehmen vermag wie ein Stück bei einem normalem mittleren Gehalte an hygroskopischer Feuchtigkeit.

Noch gröfsere Differenzen seigten sich bei einer künstliche Benetzung der Stoffe. Dieselbe wurde zuerst in der Weise vorgenommen, die etwa der Wirkung eines Regens entsprach: die Stoffe wurden unter einen dünnen Strahl der Wasserleitung gehalten, bis sie mit feinen Wassertröpfchen bedeckt waren. Die Gewichtszunahme betrug dabei 0,6 g für 2 g dünnen Wolltrikot. Die Untersuchung der 1 Stunde lang unter die Glasglocke gehängten Stücke ergab bei der schweren Trikotwolle: 86,53 und 118,66, also durchschnittlich 102,59 mg NH_3, bei der leichten Trikotwolle: 61,88 und 46,07, also durchschnittlich 53,98 mg NH_3. Die Zunahme der Absorption ist also sehr bedeutend.

Schliefslich wurden noch Stücke leichter Trikotwolle (Gewicht trocken 2 g) 4 Stunden in Wasser eingeweicht und dann kräftig ausgewunden. Die so erhaltene minimale Wasserkapizität betrug durchschnittlich 2,90 g.

Die Absorption war folgende:

nach 1 Stunde:	274,38 mg NH_3
	289,00 » »
	306,68 » »
nach 2 Stunden:	276,08 » »
	270,64 » »
	277,78 » »
nach 3 Stunden:	298,86 » »
	282,88 » »

Die Aufnahme nach einer Stunde war also eine ganz enorme, 286,69 mg NH_3; eine Zunahme derselben nach längerer Zeit fand bei den kleinen Proben nicht statt.

Als weiterer Faktor der Absorption konnte vielleicht noch der Gehalt der Stoffe an Ätherextraktivstoffen in Betracht kommen. Um diesen auszuschalten, wurde leichter Wolltrikot zuerst einen Tag in einem Soxhletschen Ätherextraktionsapparat extrahiert und dann nach 6stündigem Liegenlassen an der Luft 1 Stunde unter die Glasglocke gebracht. Die Stoffe hatten absorbiert: 43,18; 34,00 und 29,92 mg NH_3, also im Mittel 35,70. Beim Vergleiche zwischen diesen und den oben erhaltenen Zahlen zeigt sich, dafs der Gehalt an Ätherextraktivstoffen ohne Einflufs auf die Absorption ist.

Die Versuche mit Ammoniak ergaben also folgendes: Wolle absorbiert fast doppelt soviel wie Baumwolle.

II. Versuche mit Salzsäure.

Die Versuche mit Salzsäure wurden in gleicher Weise vorgenommen wie die mit Ammoniak; doch wurde hierbei nur der Einflufs der Dauer der Absorption untersucht. Die Titrierung geschah so, dafs das mit Salzsäure imprägnierte Gewebestück in überschüssige titrierte $^1/_{10}$-Normal-Natronlauge geworfen und unter Verwendung von Phenolphthaleïn und genügendem Zeitaufwand zurücktitriert wurde.

Die Versuche ergaben folgendes Resultat:

Leichter Wolltrikot (2 g)			Baumwolltrikot (2 g)		
		also durchschnittlich			also durchschnittlich
Nach 1 Std.	29,20		Nach 1 Std.	15,48	
	29,20			16,56	16,07
	26,65		» 2 »	19,80	
	24,46	27,38		26,28	23,04
» 2 »	28,47		» 5 »	20,52	
	18,72	23,56		26,28	23,40
» 3 »	31,80		» 7 »	36,36	
	23,06	27,43*		40,32	38,34
» 6 »	27,36		» 24 »	90,72	
	31,32	29,34		110,88	110,80
» 8 »	38,24	38,24	» 48 »	121,68	121,68
» 24 »	141,84				
	166,32	154,06			
» 48 »	264,96	264,96			

Es zeigt sich also auch hier, dafs das Wolltrikot bei gleichem Gewicht und gleicher Gröfse bedeutend mehr Gase absorbiert als die Baumwolle. Ferner ist die Absorption der Salzsäure in viel höherem Grade von der Dauer der Einwirkung abhängig als die des Ammoniaks, indem die absorbierte Menge bis zu dem am längsten fortgeführten Versuche ständig anstieg.

III. Versuche mit Schwefelwasserstoff.

Auch bei den Versuchen mit Schwefelwasserstoff wurden die Stoffe in einen mit diesem Gase gesättigten Raum gebracht. Die Wolle nahm darin eine gelbe Farbe an; in Wasser geworfen, gab sie dieselbe wieder ab, ohne dafs sich das Wasser färbte. Ebenso verlor sie dieselbe, wenn man sie 16 Stunden an der Luft aufhängte. Übrigens wurde sie auch in Schwefelwasserstoffwasser gelb.

Die Bestimmung des aufgenommenen Schwefelwasserstoffs versuchte ich zuerst, indem ich die Stoffe in $^1/_{10}$-Normal-Jodlösung warf und mit Natriumhyposulfit titrierte; doch konnte ich auf diese Weise kein Resultat erhalten, da die Stoffe allein schon viel Jod aus der Lösung absorbieren, und zwar ungleich grofse Mengen. Deshalb wurden bei den folgenden Versuchen die Stoffe in ausgekochtes (O-freies) Wasser geworfen und der Schwefelwasserstoff im Kohlensäurestrom durch einen Kühler in eine Jodvorlage abdestilliert, und nun erst die Menge des durch H_2S gebundenen Jods bestimmt.

Die Versuche ergaben folgendes Resultat:

Leichter Wolltrikot			Baumwolltrikot		
	mg	also durchschnittlich		mg	also durchschnittlich
1 Stunde	11,56		1 Stunde	5,1	
	8,5	10,03		5,78	5,44
2 Stunden	7,14		2 Stunden	4,76	
	9,86	8,5		5,78	5,27
6 »	10,54		5 »	5,78	
7 »	10,54			5,95	5,47
24 »	10,2		24 »	8,16	
48 »	13,2			4,08	6,12

Auch hier zeigt sich also wieder, dafs das Absorptionsvermögen der Wolle bedeutend gröfser ist als das der Baumwolle; was den Einflufs der Dauer der Einwirkung betrifft, so verhält sich der Schwefelwasserstoff wie das Ammoniak, indem nach längerer Zeit nicht mehr absorbiert wird als nach einer Stunde.

Die erhaltenen Resultate stimmen im ganzen mit dem gut überein, was über die Absorption von Gasen durch feste Körper bisher bekannt ist.[1]) So nimmt beispielsweise auch Buchsbaumkohle von den untersuchten Gasen am meisten Ammoniak, dann Salzsäure, dann Schwefelwasserstoff auf; ferner ist auch bei der Absorption durch Kohle die absorbierte Menge um so gröſser, je niederer die Temperatur ist. Dagegen scheint mit den Versuchen nicht übereinzustimmen, daſs die Absorption der Salzsäure noch nach 36 Stunden stark zunahm, während sie bei der Buchsbaumkohle nach dieser Zeit beendet ist; und daſs sie dann die absorbierte Menge des Ammoniaks bedeutend übertrifft. Es mag dies daher kommen, daſs sich in der Wolle Bestandteile von stark basiertem Charakter befinden; und es stimmt dies auch mit dem Befund von Knecht[2]) überein, daſs Wolle auch in Flüssigkeiten die Säuren in hohem Grade absorbiert.

Zum Schlusse erübrigt mir noch die angenehme Pflicht, meinem verehrten Chef, Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann, für die Anregung zu der Arbeit und die ständige Unterstützung bei derselben meinen ergebensten Dank auszusprechen.

1) **Ostwald**, Lehrbuch der allgem. Chemie, II. Aufl., S. 1084.

2) **Knecht**, Fortschritte der Physik, Bd. 45, S. 537.

Nachwort: Bei der Revision der Arbeit habe ich gefunden, daſs in der interessanten, unter Rubners Leitung 1891 in Marburg verfaſsten Dissertation von Chelius: »Über die Zersetzung in der Kleidung« schon einige orientierende Versuche über die Ammoniakresorption durch Kleidungsgewebe enthalten sind. Die Zahlen von Chelius ähneln meinen zum Teil sehr, zum Teil sind die Resultate nicht unerheblich höher. Beherzigenswert ist jedenfalls der bei Chelius ausgesprochene Gedanke, daſs eine Ammoniakbestimmung nicht nur absorbiertes, sondern auch in Gasform in den Poren enthaltenes Ammoniak bestimmt. Ich komme vielleicht an anderer Stelle auf die Arbeit von Chelius zurück.

Untersuchungen über das Vorkommen des Bakterium coli in Teig, Mehl und Getreide,

nebst einigen Bemerkungen über die Bedeutung des Bakterium coli als Indikator für Verunreinigung von Wasser mit Fäkalien.

Von

Dr. J. **Papasotiriu**,

Volontär-Assistent am hygienischen Institut.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Würzburg.)

Als im Jahre 1893 Herr Dr. Wolffin im Würzburger hygienischen Institut unter Leitung von Herrn Prof. K. B. Lehmann die Sauerteiggärung bakteriologisch untersuchte, fand er als ausreichende Erklärung derselben ein Stäbchen, das dem Bakterium coli sehr nahe stand. Herr Prof. Lehmann hielt am 10. Februar 1894 über diesen Fund einen Vortrag[1]) in der Würzburger physikalisch-medizinischen Gesellschaft, wobei er namentlich zwei Punkte betonte.

a) Die von Wolffin beobachteten Unterschiede des neuen, vorläufig Bakterium levans genannten Organismus vom Bakterium coli seien nur ganz untergeordneter Natur. Es war Wolffin nicht gelungen, Indolbildung und Milchkoagulation bei seinen Stämmen nachzuweisen, während Eigenbewegung, Kolonien, Wachstumsform, Zuckervergärung u. s. w. ganz mit Bakterium coli übereinstimmten. Herr Prof. Lehmann erklärte darauf

1) Centralblatt f. Bakteriologie u. Parasitenkunde, Nr. 10/11, 1894.

Bakterium levans als ein Glied der Coligruppe, das sich nur unbedeutend vom Typus, den Escherich beschrieben, unterscheidet.

b) Bakterium coli war durch diese Untersuchungen als ein in der Umgebung der Menschen weitverbreiteter Organismus nachgewiesen und die Bedeutung desselben z. B. als Indikator für Verunreinigung des Wassers durch Fäkalien sehr erschüttert. Wolffin[1]) hat sich diesen Auffassungen vollkommen angeschlossen.

Im Jahre 1895 liefs Herr Prof. Lehmann durch einen weiteren Schüler, E. Flörsheim, eingehender 1896 durch Dr. Felix Fränkel[2]) die von Wolffin begonnenen Untersuchungen fortsetzen und zwar namentlich nach zwei Richtungen.

Erstens wurde untersucht, ob das von Wolffin gelegentlich beobachtete Vorkommen von Bakterium coli in Weifsbrotteig konstant sei. Das Resultat war in allen Fällen (Flörsheim hatte ca. 4, Fränkel 6 Weifsbrotteige aus 6 verschiedenen Bäckereien untersucht) ein ausgesprochen positives, stets gelang es auf das Leichteste, das gesuchte Bakterium zu finden. Nebenbei bemerkt, liegt darin natürlich nicht ein Beweis gegen die Bedeutung des Bakterium coli als Säurebildner. Im Weifsbrotteig dominieren eben die Hefen neben relativ wenig Bakt. coli und die Gärdauer ist kurz, bei Schwarzbrotteig ist es umgekehrt.

Der zweite Teil der Untersuchung ergab das Resultat, dafs das Weifsbrotbakterium — aber auch zwei eigens isolierte Stämme aus Schwarzbrot — sich nicht von Bakterium coli unterscheiden liefs. Nicht einmal wurde Indolreaktion oder Milchkoagulation vermifst. Herr Prof. Lehmann erklärt sich dies so, dafs Wolffin zum Teil wohl nicht lange genug beobachtete. Er glaubt, dafs Wolffin sehr geringe Indolmengen, wie sie nach 2—3 Tagen auch bei Fränkel oft da waren, übersehen habe, z. B.

1) Bakteriologische und chemische Untersuchungen über Sauerteiggärung. Inauguraldissertation, 1894.

2) Über das konstante Vorkommen eines zur Coligruppe gehörigen Bacillus im Weifsbrotteige. Inauguraldissertation. Würzburg, 1896.

wegen Verwendung von etwas zu viel Nitrit; und für den negativen Ausfall der Milchcoagulation macht er ebenfalls die 2—3 Tage Beobachtungsdauer verantwortlich[1]). Auch bei Fränkel dauerte es bis zu 6 Tagen bis die Milch coaguliert war. Die Pathogenität war nicht stark. 5 ccm 24stündige Colibouillon tötete intraperitoneal meist Meerschweinchen unter Auftreten der Stäbchen in den inneren Organen; 1 ccm tötete von 5 Tieren 4, 1 nach 24 Stunden, 3 erst nach 3—4 Tagen, bei den letzten mifslang der Nachweis von Bakterien im Blut.

Um die Befunde von Felix Fränkel zu verificieren und die wichtige Frage des Vorkommens von Bakterium coli in Teig, Mehl und Getreide ganz sicher zu stellen, habe ich auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann im Winter 1900—1901 nochmals 4 Schwarzbrot- und 4 Weifsbrotteige von 4 verschiedenen Würzburger Bäckereien untersucht. Methode und Resultat waren genau die gleichen wie bei Wolffin und Fränkel. Ich verwendete stets 10 ccm Zuckerbouillon und 1 Öse Teig zur Anlage einer Vorkultur. Nach 24stündigem Aufenthalt bei 37°, — wodurch die Hefe geschädigt, Bakterium coli aber gezüchtet wird — gofs ich Platten aus dem stets im Zustande der schaumigen Gärung und kräftiger Säuerung gefundenen Röhrcheninhalt. Die Platten, mit Kreidezuckeragar angelegt, zeigten stets massenhafte coliähnliche Colonien mit hellem Hof, wenig andere Keime. Von den Colonien mit hellem Hof wurden Zuckeragarschüttelkulturen angelegt; die Röhrchen, welche nach weiteren 24 Stunden gegoren hatten, erwiesen sich ohne Ausnahme als mit den typischen Merkmalen des Bakterium coli ausgerüstet. Indolreaktion wurde schon nach 24 Stunden schwach, nach 3 Tagen ausnahmslos kräftig erhalten, Milchcoagulation habe ich nach 1—3 Tagen nie vermifst. Eigenbewegung, Aussehen des Bakterium auf allen Nährböden war ganz typisch. Tierversuche habe ich keine angestellt.

1) Mit Sicherheit sind diese Erklärungen allerdings nicht zu geben, es erscheint nicht ausgeschlossen, dafs in der That Wolffins Stämme die Eigenschaft der Indolbildung und Milchcoagulation nur in minimalem Grade hatten.

Nach diesen positiven Resultaten untersuchte ich aus den vier Bäckereien je eine Probe Weizenmehl nach der gleichen Methode wie den Teig, stets war das Resultat das gleiche positive.

Endlich wurden 3 mal verschiedene Cerealien und Leguminosen in unvermahlenem Zustande untersucht; je etwa 10 Körner kamen ohne jede Vorbehandlung in 10 ccm Zuckerbouillon, worauf wie oben weiter verfahren wurde.

Das Resultat gibt die kleine Tabelle:

	I. Versuch	II. Versuch	III. Versuch
Weizenkörner	—	+	+
Roggen	+	+	—
Gerste	—	—	+
Hafer	+	+	—
Erbsen	+	+	+
Bohnen	+	—	—
Mais	+	+	+

Damit ist der endgültige Beweis geliefert, dafs der provisorische Name Bakterium levans zu verschwinden hat, und dafs wir Bakterium coli als Organismus der Sauerteiggärung des Brotes zu bezeichnen haben. Zweitens ist damit ganz im Sinne von Herrn Prof. Lehmann die geringe Bedeutung des Bakterium coli als Indikator für Wasserverunreinigung bewiesen.

Über diese Frage sind in der letzten Zeit drei Arbeiten erschienen, die zu ganz verschiedenen Schlüssen führen. Weissenfeld[1]) hat unter Leitung von Prof. Kruse nachgewiesen, dafs man aus Wässern der verschiedensten Herkunft, in guten und in schlechten, Bakterium coli züchten könne. Er hat 56 Brunnen alle mit positivem Resultat untersucht. Auch die Pathogenität des Bakterium coli erwies sich als ganz unabhängig von der Qualität des Wassers. Umgekehrt hat Hariette Chick in

1) Zeitschrift für Hygiene, Nr. 35, 1900.

zwei ausführlichen Arbeiten[1]) nur in verunreinigtem Wasser, nicht aber in reinem Wasser — in reinem wurde meist kein Bakterium coli, seltener etwa 1 Keim pro 1 ccm gefunden — ebensowenig in Getreide und Mehl (zusammen 30 Proben) Bakterium coli nachweisen können. Die tieferen Schichten der Sandfilter, das Drainagewasser waren meist frei von Bakterium coli; 440 Untersuchungen verschiedener Nahrungsmittel: Trinkwasser, Milch, Butter, Käse, Fische, Büchsenkonserven u. s. f. lieferten nur 19 mal Bakterium coli und zwar 17 mal in Milch, 2 mal in Schellfisch. Die Luft, trockener Strafsenschmutz und Strafsenstaub sollen, in beträchtlichen Mengen untersucht — Luft einige Hundert Liter, Staub 0,02—0,06 g — fast stets frei von Bakterium coli sein, das Trockenheit und Sonne schlecht verträgt, wie besondere Beispiele zeigen. H. Chick betrachtet demnach nach wie vor Bakterium coli als wichtigen Indikator einer Verunreinigung durch Effluvien des menschlichen Haushalts.

Der scheinbare Widerspruch dieser Arbeiten erklärt sich ganz ungezwungen. Weissenfeld hat eine Vorkultur in der Weise angelegt, dafs er 10 ccm des Wassers in 10 ccm Bouillon, der einige Tropfen der Pariettischen Flüssigkeit (5% Carbolsäure, 4% Salzsäure) zugesetzt waren, hineingofs und die Mischung 24 Stunden im Brutschrank stehen liefs. Damit wurden Ausstriche auf Gelatine gemacht. Fiel das Ergebnis negativ aus, so wurden von dem gleichen Wasser nochmals $^1/_2$—1 l mit Zusatz von Peptonkochsalz zur Vorkultur verwendet. Die englischen Autoren haben dagegen einfach mit dem ursprünglichen Material ohne Vorkultur Platten unter Verwendung von 1‰ Phenol enthaltendem Agar gegossen, welcher die übrigen Bakterien mehr oder weniger im Wachstum hemmte, nicht aber Bakterium coli. Es ist klar, dafs in diesem Falle Bakterium coli auch bei Verwendung von 1 ccm leicht übersehen wurde, wenn es nur vereinzelt da war, und dafs Angaben, wie »eine Colonie von Bakterium coli in 1 ccm« nur sehr approximativen Wert haben können.

1) H. Chick, The Distribution of Bacterium coli commune. The Thompson Yates Laboratories Report. Liverpool. Herausgegeben von Boyce und Sherrington, Vol. III, Part. I, p. 1; Vol. III, Part. II, p. 317.

Fassen wir die Ergebnisse der sich ergänzenden Arbeiten von Weissenfeld, H. Chick und unseres Institutes zusammen, so ergibt sich:

a) Entgegen den Angaben von H. Chick ist in Teig und Mehl stets das Vorkommen von Bakterium coli nachzuweisen, ebenso sehr oft in Getreide, sowie man eine Vorkultur benutzt. Für diesen Teil der Frage ist die Methode von H. Chick geradezu unzweckmäfsig, denn bei Substanzen, die unter praktisch leicht erfüllbaren Bedingungen zu guten Nährstoffen für die Bakterien werden können, wie Mehl, interessiert uns blofs, ob der fragliche Organismus überhaupt anwesend ist, da er sich ja unter Umständen mächtig vermehrt (Teig).

b) Aus den Versuchen von H. Chick folgt nur, dafs reine Wässer und die meisten reinen Nahrungsmittel keine gröfseren Mengen von Bakterium coli enthalten. Ähnliches geht auch aus den Versuchen von Hammerl hervor, der selbst in mäfsig verunreinigtem Flufswasser ohne Vorkultur nur in 60% Bakterium coli züchten konnte (Hyg. Rundschau, 1897, Nr. 11). — Wenn dagegen Schardinger (Centralbl. f. Bakt., 1894) trotz Verwendung einer Vorkultur zu ähnlichen Resultaten kam wie H. Chick, so ist dies wohl anders zu deuten. Es macht den Eindruck, als ob teils Verwendung von zu wenig Wasser, teils sehr enge Fassung des Begriffes Bakterium coli an dem Ergebnis schuld sei.

c) In Wasser ist die Anwesenheit von spärlichen Keimen von Bakterium coli ohne jede diagnostische Bedeutung[1]). Durch Anwendung einer Vorkultur kann man mindestens die Anwesenheit von spärlichen Individuen von Bakterium coli sehr oft nachweisen, wie Weissenfeld gezeigt hat.

d) Die Anwesenheit zahlreicher Individuen von Bakterium coli in einem frisch geschöpften Wasser kann, wie man

1) Ganz ähnlich lauten auch die Ergebnisse der älteren Arbeit von E. v. Freudenreich. Centralblatt f. Bakteriologie, Bd. XVIII, Nr. 4 u. 5.

längst gewufst hat, und wie durch die Beobachtung von H. Chick weiter festgestellt ist, den Verdacht auf fäkale Verunreinigung eines Wassers erwecken. Es mufs aber bei der weiten Verbreitung des Bakterium coli der Schlufs auf das wirkliche Bestehen dieser Verunreinigung noch durch andere Hülfsmittel gestützt sein, denn z. B. die Abwässer einer Bäckerei können eine Menge Bakterium coli in ein Wasser bringen. Bakterium coli vermehrt sich unter günstigen Bedingungen (höhere Temperatur, Kohlehydrate u. s. w.) sehr leicht in Wasser. Nach Gordon[1]) ist Bakterium coli auch bei jeder Fäulnis pflanzlicher Produkte zu finden, und nach K. B. Lehmann und Conrad[2]) ist auch bei der Sauerkrautgärung ein Glied der Coligruppe in Masse vorhanden.

Zum Schlusse ist es meine Pflicht, auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann für seine liebenswürdige Unterstützung bei der Ausarbeitung und Abfassung dieser Arbeit meinen verbindlichsten, tiefgefühlten Dank auszusprechen.

1) Centralblatt f. Bakteriologie, Landw. Abt., Bd. IV, 287.

2) Archiv f. Hygiene, XXIX, 56.

Untersuchungen über die Mikroorganismen des menschlichen Kotes.

Von

Dr. **Teïsi Matzuschita**
aus Nippon.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Giefsen.)

Die Kenntnis von dem Vorkommen kleinster Lebewesen im Stuhl rührt vom Niederländer A. de Leeuwenhock[1]) her, dem Entdecker jener kleinsten Wesen überhaupt. Er hat bereits im Jahre 1675 in seinen diarrhöischen Stühlen mittels einfacher Linsen »Tierchen, der verschiedensten Art, welche sich sowohl durch ihre Gestalt und Gröfse, als auch durch die Art ihrer Bewegungen deutlich von einander unterschieden«, nachgewiesen. Lange Zeit war dieses Gebiet in Vergessenheit geraten, bis in den 40er bis 60er Jahren des 19. Jahrhunderts Frerichs[2]) und andere Autoren auf jene Thatsache hinwiesen, ohne ihr allerdings tiefere Bedeutung beizulegen. Das Vorkommen von Bakterien im Darmkanal gewann erst Interesse vom Momente an, als man nach den bahnbrechenden Arbeiten Pasteurs diese kleinste Lebewesen als Erreger tiefgreifender chemischer Prozesse oder wie bei der Entdeckung des Milzbrandes als Ursache

---

1) A. de Leeuwenhock, citiert nach F. Löffler, Vorlesungen über die geschichtliche Entwicklung der Lehre von den Bakterien. Leipzig, 1887.

2) Frerichs, Wagners Handwörterbuch der Physiologie, 1846, Bd. III, S. 869.

gefährlicher Erkrankungen kennen gelernt hatte. Vom letzteren Gesichtspunkte ausgehend, schenkten Hausmann[1]), Klebs[2]), Billroth[3]) u. a. (1870—1880) den im normalen Stuhl und Darmkanal vorkommenden Bakterien ihre Aufmerksamkeit. Im Jahre 1886 machte Escherich[4]) genaue Angaben über die Darmbakterien des Säuglings. Escherich zeigte, dafs der Darm des neugeborenen Kindes zunächst bakterienfrei ist, und dafs es erst später, allerdings schon innerhalb 24 Stunden, zu einer Invasion der Bakterien kommt. Suchsdorff[5]) sah, dafs die Zahl der Bakterien seiner Fäces, welche er durch tägliche Untersuchung während 24 Tagen ermittelte, an den verschiedenen Tagen sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen war (im Maximum 2300000, im Minimum 25000, im Mittel 381000 entwicklungsfähige Keime in 1 mg Fäces). Die Arten und die Zahl der Darmbakterien wechselten je nach der Nahrung sehr. Nuttal und Thierfelder[6]), sowie Schottelius[7]) haben dann nachgewiesen, dafs die Darmbakterien für unser Leben geradezu notwendig sind.

Wenn man mikroskopisch die Fäces untersucht, so scheinen sie häufig fast nur aus Bakterien und zwar den verschiedensten Formen derselben zu bestehen. Untersucht man aber dasselbe Material dann mittels der Plattenkultur-Methode, so bleibt die Anzahl der zur Entwicklung kommenden Bakterienkolonien nicht selten ganz erheblich hinter den Erwartungen zurück und im Gegensatz zu der Mannichfaltigkeit des mikroskopischen Bildes gehören die gewachsenen Bakterien verhältnismäfsig wenigen Arten an. Es liegt nahe, die Erklärung für diese Thatsache in zwei Umständen zu suchen, nämlich teils

1) Hausmann, Über parasitäre Vibrionen, Berlin, 1870.

2) Klebs, Patholog. Anatomie, 1869, Bd. I, S. 271.

3) Billroth, Untersuchungen über die Vegetationsform von Coccobacteria septica, 1874, S. 94.

4) Escherich, Die Darmbakterien des Säuglings, 1886.

5) Suchsdorff, Archiv f. Hygiene, Bd. IV, 1886.

6) Nuttal und Thierfelder, Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. XXI, 1895.

7) Schottelius, Archiv f. Hygiene, Bd. XXXIV, 1899.

darin, dafs viele mit dem Kot entleerte Bakterien bereits abgestorben sind, teils darin, dafs unsere Züchtungsverfahren vielen Kotbakterien nicht die geeigneten Lebensbedingungen bieten. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, habe ich mich bemüht, bei der Untersuchung zahlreicher Kotproben sowohl die Nährböden als auch die sonstigen Kulturbedingungen möglichst zu variieren und damit zur Klärung jener Fragen einen Beitrag zu liefern.

Herrn Geh. Medicinalrat Prof. Dr. Gaffky spreche ich für die liebenswürdige Unterstützung und mannigfache Raterteilung im Verlaufe der vorliegenden Arbeit meinen herzlichsten Dank aus.

I. Untersuchungsmethoden.

Ich brachte eine annähernd 1 mg haltende Platinöse frisch entnommener normaler menschlicher Fäces in ein mit 10 ccm sterilisierten Wassers oder Peptonbouillon gefülltes Reagenzgläschen und entnahm nach sorgfältigem Schütteln der Mischung mit einer sterilisierten Pipette $^1/_2$ bezw. $^1/_4$ ccm, die ich einem zweiten, gleichfalls mit 10 ccm sterilisierten Wassers oder Peptonbouillon gefüllten Gläschen zusetzte. Von dem letzteren Mischwasser entnahm ich 0,1 bezw. 0,05 ccm, die ich dem verflüssigten sterilen Nährboden, nachdem derselbe in Petrische Schalen ausgegossen war, zusetzte und durch Bewegen der Platten vor dem Erstarren gut verteilte.

Die Platten wurden teils unter Luftzutritt, teils unter H, unter CO_2 oder unter Fäulnisgasen, welche aus faulendem Fleisch sich entwickelten, bei verschiedenen Temperaturen gehalten. Nach 2 bis 4 Tagen wurden die Kolonien, welche auf den Platten sich entwickelt hatten, gezählt, genau untersucht und diagnosticiert. Um vergleichbare Zahlen zu gewinnen, berechnete ich stets den Bakteriengehalt für 1 mg Kot, entsprechend dem Gehalt der bei allen Versuchen benutzten Platinöse.

Jeder, der sich mit Züchtung von Anaëroben beschäftigt hat, wird zugeben müssen, dafs die bezüglichen Methoden von dem Ideal eines handlichen Verfahrens meist noch weit entfernt sind. Ich habe mich anfänglich des Botkinschen Apparates bedient, mir dann aber wegen der Unhandlichkeit desselben einen Apparat konstruiert, dessen Hauptbestandteile eine Glocke von 22 cm Höhe und 13 cm Durchmesser ist; oben befindet sich ein Ansatzrohr mit Hahn. Die Glocke steht auf einer Glasplatte von circa 18 cm Durchmesser. Die Glasplatte ruht auf einem Fufs und hat in ihrer Mitte die Abströmungsöffnung, an welche ein durch Hahn verschliefsbares Gasrohr angesetzt ist.

Der Apparat wird folgendermafsen benutzt: Zunächst wird das Innere der Glocke und die Glasplatte mit Sublimat ausgewaschen und das Sublimat

durch Alkohol und Äther entfernt. Die Etagère zur Aufnahme der Petrischen Schalen wird durch Erhitzen in der Flamme des Bunsenbrenners sterilisiert. Es werden dann von dem zu untersuchenden Material Gelatine- oder Agarplatten gegossen und diese übereinander ohne Deckel auf die Etagen des Drahtgestelles gesetzt. Nachdem man letzteres auf die Glasplatte gesetzt hat, werden der Glockenrand und beide Hähne mit Mischwachs, aus 2 Teilen Schweinfett und 1 Teil Bienenwachs bereitet, beschmiert und Glocke und Glasplatte in möglichst enge Berührung gebracht. Nun wird das Gas durchgeleitet. Nach 1/2 Stunde spätestens ist der ganze Glockenraum mit Gas gefüllt und die Hähne sind zu schliefsen. Hierauf läfst man den Apparat im Zimmer stehen oder bringt ihn in einen Brütofen. Der Apparat kann bis zu 20 Platten aufnehmen. Bei Wasserstofffüllung habe ich mich durch die Probe mit alkalischer Pyrogalluslösung überzeugt, dafs der Sauerstoff vollständig entfernt war.

Von Nährböden[1]), die ich nach Möglichkeit variiert habe, benutzte ich folgende:

1. Gewöhnliches Nähr-Agar (Fleischwasser mit 2% Agar, 1% Pepton, 0,5% Kochsalz).
2. Glycerin-Agar (Fleischwasser-Pepton-Agar + 6% Glycerin).
3. Traubenzucker-Agar (Fleischwasser-Pepton-Agar + 1% Traubenzucker).
4. Darmschleimhaut-Agar
5. Leber-Agar . . . .
6. Pankreas-Agar . . .
7. Milz-Agar . . . . .
8. Hirn-Agar . . . .

(4.–8.) sind wie das gewöhnliche Nähragar bereitet, nur wurden anstatt Rindfleisch die genannten Organe gebraucht.

9. Leber-Galle-Agar (500 g gehackte Ochsenleber und 30 g Erbsenmehl wurden mit 1 l Wasser gekocht. Die abgekühlte Flüssigkeit wurde mit 0,7% Pepton, 0,5% Kochsalz, 0,02% HCl versetzt und nach sorgfältigem Schütteln bei 37° C. 3 Stunden lang stehen gelassen. Darnach wurden 600 g Ochsengalle hinzugesetzt und das Ganze wieder 3 Stunden lang bei 37° C. stehen gelassen. Hierauf wurde wie bei der Darstellung der gewöhnlichen Agar-Nährböden gekocht, filtriert, Agar zugesetzt, wieder filtriert und sterilisiert. Dieser Nährboden reagierte alkalisch, trotz dem Zusatz von 0,02% HCl).
10. Gall-Agar . . . .
11. Harn-Agar . . . .
12. Bierwürze-Agar . .

(10.–12.) Wie gewöhnliches Agar bereitet, statt des Fleischwassers aber Galle, Harn, Bierwürze verwendet. Die Galle war Mischgalle von Rindvieh und Schwein.

13. Fäces-Ager (statt des Rindfleisches des gewöhnlichen Nähr-Agars wurde fester Menschenkot verwendet).
14. Reis-Agar . . . .
15. Erbsen-Agar . . .

(14.–15.) statt des Fleisches Reis, bezw. Erbsen verwendet.

16. Die gebräuchliche Nährgelatine (10% Gelatine).

---

1) Soweit über die Reaktion der Nährböden besondere Angaben nicht gemacht worden sind, handelte es sich stets um neutralisierte Nährböden.

17. Bierwürze-Gelatine } statt Fleischbrühe Bierwürze, bezw. Harn.
18. Harngelatine . . . }

19. Stroh-Gelatine (Strohdekokt diente anstatt der Fleischbrühe; die Reaktion war sauer).

20. Verschiedene der vorstehend aufgeführten Agar-Nährböden mit Zusatz von wechselnden Mengen Galle.

21. Desgl. mit wechselnden Mengen Salzsäure.

22. Desgl. mit wechselnden Mengen Natriumcarbonat.

23. Nähr-Agar mit angefaultem Fleisch bereitet.

24. Nähr-Agar mit angefaultem Pankreas bereitet.

25. Nähr-Agar, bei dessen Bereitung statt Fleischbrühe 10 Tage bei Zimmertemperatur gefaulte Galle verwendet wurde.

26. Nähr-Agar mit zersetzter Milch verschiedenen Alters statt der Fleischbrühe bereitet, teils sauer, teils neutralisiert.

27. Nähr-Agar mit angefaultem Reisdekokt statt der Fleischbrühe bereitet, teils sauer, teils neutralisiert.

28. Desgl. mit angefaultem Erbsendekokt.

29. Desgl. mit angefaulten Infusen von Gallenblasen verschiedener Tiere.

II. Untersuchungsergebnisse bezüglich der Zahl der Fäcesbakterien.

Folgende Tabellen zeigen die Anzahl der Kolonien, berechnet auf die stets gleiche, annähernd 1 mg betragende Menge der frischen Fäces.

Jeder »Versuch« bezieht sich auf eine und dieselbe Kotprobe. Wo dasselbe Material mittels mehrerer Plattenkulturen untersucht worden ist, habe ich das in den Tabellen ersichtlich gemacht.

Versuch 1.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	10 500	26 250
	» b	26 250	32 550
	im Mittel	**18 375**	**29 400**
Traubenzucker-Agar	Platte a	21 000	23 100
	» b	22 050	31 500
	im Mittel	**21 525**	**27 300**

Versuch 2.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. ca. 10 Tage lang gefault)	Platte a	113 400	341 250
	» b	116 550	295 050
	» c	72 450	337 050
	» d	91 350	280 350
	» e	67 200	keine Platte gegossen
	» f	69 300	» » »
	» g	66 150	» » »
	im Mittel	**85 200**	**313 425**

Versuch 3.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. ca. 10 Tage lang gefault)	Platte a	15 015	12 285
	» b	13 650	keine Platte gegossen
	» c	6 825	» » »
	im Mittel	**11 830**	**12 285**
Angef. Fleisch-Agar (bei 37° C. ca. 7 Tage lang gefault)	Platte a	19 110	0
	» b	10 920	0
	» c	9 555	0
	im Mittel	**13 195**	**0**

Versuch 4.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar		**10 290**	**180 810**
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. ca. 14 Tage lang gefault)	Platte a	58 800	706 210
	» b	29 400	782 040
	» c	44 100	520 880
	» d	94 080	keine Platte gegossen
	im Mittel	**54 095**	**669 543**
Angef. Fleisch-Agar (bei 37° C. ca. 7 Tage gefault)	Platte a	14 700	keine Platte gegossen
	» b	5 880	39 690
	im Mittel	**10 290**	

Versuch 5.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	943 740	1 496 460
	» b	1 137 780	1 240 680
	im Mittel	**1 040 760**	**1 368 570**
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. ca. 14 Tage gefault)	Platte a	1 585 070	1 841 910
	» b	1 126 000	1 683 560
	im Mittel	**1 355 535**	**1 762 735**
Angef. Fleisch-Agar (bei 37° C. 7 Tage lang gefault)	Platte a	680 810	keine Platte gegossen
	» b	784 980	
	im Mittel	**732 895**	
Angef. Galle-Agar (bei 20° C. ca. 10 Tage lang gefault)	Platte a	136 710	621 810
	» b	130 830	476 280
	» c	98 490	keine Platte gegossen
	» d	74 970	» » »
	im Mittel	**110 222**	**549 045**

Versuch 6.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar		**66 150**
Glycerin-Agar	Platte a	63 000
	» b	47 250
	» c	78 750
	im Mittel	**63 000**
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. 14 Tage gefault)	Platte a	22 050
	» b	Platte verunglückt
	» c	69 300
	» d	28 350
	im Mittel	**36 566**

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. ca. 10 Tage gefault)	Platte a	53 550
	» b	72 450
	» c	91 350
	» d	113 400
	im Mittel	**82 687**
Angef. Fleisch-Agar (bei 37° C. ca. 7 Tage gefault)	Platte a	28 350
	» b	37 850
	» c	12 600
	» d	12 600
	im Mittel	**25 350**

Versuch 7.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	15 015
	» b	17 745
	» c	13 650
	im Mittel	15 470

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.
Galle-Agar	Platte a	10 920
	» b	8 190
	» c	8 190
	» d	9 550
	im Mittel	9 214

Versuch 8.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Glycerin-Agar	Platte a	14 333	85 998
	» b	42 999	keine Platte gegossen
	im Mittel	**28 666**	**85 998**
Angef. Fleisch-Agar (bei 37° C. ca. 7 Tage gefault)	Platte a	0	0
	» b	0	0
	im Mittel	**0**	**0**
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. ca. 10 Tage gefault)	Platte a	71 665	keine Platte gegossen
	» b	57 332	
	» c	85 998	
	» d	42 999	
	im Mittel	**65 748**	
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. ca. 14 Tage gefault)	Platte a	71 665	186 329
	» b	71 665	200 662
	im Mittel	**71 665**	**193 495**

Versuch 9.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Neutrales Pankreas-Agar	Platte a	1 614 580	3 860 560
	» b	2 070 090	keine Platte gegossen
	im Mittel	**1 842 335**	**3 860 560**
Schwach alkalisch. Pankreas-Agar		**1 673 210**	**1 885 180**
Leber-Agar	Platte a	2 092 640	13 701 380
	» b	2 169 310	18 265 500
	» c	2 223 430	keine Platte gegossen
	im Mittel	**2 161 793**	**15 983 440**
Milz-Agar	Platte a	1 760 460	1 776 940
	» b	1 772 430	1 898 710
	im Mittel	**1 766 445**	**1 837 825**
Darmschleimhaut-Agar	Platte a	2 137 740	3 580 940
	» b	1 867 140	keine Platte gegossen
	» c	2 430 890	» » »
	im Mittel	**2 145 167**	**3 580 940**
Hirn-Agar	Platte a	2 516 580	2 791 690
	» b	2 119 700	2 403 830
	im Mittel	**2 318 140**	**2 597 760**

Versuch 10.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg		
		aërob bei 37 ° C.	anaërob bei 37 ° C.	unter CO_2 bei 37 ° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	58 630	97 950	31 980
	» b	keine Platte gegossen	keine Platte gegossen	53 300
	» c			74 620
	im Mittel	58 630	97 950	53 300
Hirn-Agar		74 620	815 490	111 930
Milz-Agar		42 640	154 570	106 600
Pankreas-Agar	Platte a	63 960	191 880	165 230
	» b	79 950	501 020	197 210
	» c	67 310	keine Platte gegossen	keine Platte gegossen
	im Mittel	70 400	346 450	181 220
Angef. Pankreas-Agar (bei ca. 20° C. 24 Tage gefault)	Platte a, » b, im Mittel	0	0	0
Angef. Pankreas-Agar (bei ca. 20° C. 8 Tage gefault)	Platte a, » b, im Mittel	0	0	0
Darmschleimhaut-Agar		53 300	143 910	37 310
Leber-Agar	Platte a	42 640	2 126 670	1 876 160
	» b	keine Platte gegossen	1 860 170	2 036 060
	» c		2 339 870	1 509 990
	» d		keine Platte gegossen	1 596 970
	im Mittel	42 640	2 108 900	1 754 790
Erbsen-Agar		49 970	85 280	47 970
Angef. Milch-Agar (bei ca. 20° C. 1½ Jahre gefault)	Platte a	888	888	0
	» b	0	0	0
	im Mittel	444	444	0

Versuch 11.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar		315 240
Glycerin-Agar		401 680
Galle-Agar	Platte a	372 640
	» b	289 680
	» c	285 600
	im Mittel	315 975

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.
Pankreas-Agar	Platte a	310 080
	» b	383 520
	» c	252 760
	» d	327 760
	im Mittel	318 530

Versuch 12.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.
Glycerin-Agar	Platte a	113 190
	» b	102 790
	im Mittel	**107 990**
Galle-Agar		**108 570**
Pankreas-Agar	Platte a	109 725
	» b	116 655
	» c	112 035
	im Mittel	**112 805**

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.
Angef. Fleisch - Agar (bei 20° C. 9 Tage lang gefault)		**85 470**
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault)	Platte a	**98 330**
	» b	**142 065**
	im Mittel	**120 197**
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 7 Tg. gefault)	Platte a	**142 065**
	» b	**136 295**
	im Mittel	**139 185**

Versuch 13.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg		
		aërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	199 920	209 440	8 536 820
	» b	206 720	267 920	16 217 920
	im Mittel	**203 320**	**238 680**	**12 344 370**
Glycerin-Agar	Platte a	216 960	208 080	8 262 000
	» b	215 600	211 960	6 719 760
	im Mittel	**216 280**	**210 020**	**7 490 880**
Angef. Fleisch-Agar (bei 20° C. 9 Tage gefault)	Platte a	48 760	115 600	121 040
	» b	20 400	80 960	103 360
	» c	24 480	194 480	93 840
	» d	keine Platte geg.	161 840	134 640
	im Mittel	**31 219**	**138 220**	**113 220**
Gewöhnliche Gelatine	Platte a	233 920	keine Platte gegossen	
	» b	202 640		
	im Mittel	**218 280**		

Versuch 14.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg		
		aërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	448 171	331 977	761 118
	» b	keine Platte gegossen	342 773	keine Platte gegossen
	im Mittel	**448 171**	**337 375**	**761 118**

Fortsetzung zu Versuch 14.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg		
		aërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Glycerin-Agar	Platte a	353 569	485 820	882 573
	» b	keine Platte gegossen		941 951
	im Mittel	**353 569**	**485 820**	**912 267**
Angef. Reis-Agar (bei 20° C. 43 Tage gefault)	Platte a	385 957	404 850	2 175 394
	» b	453 432	318 482	2 250 966
	» c	keine Platte gegossen	555 994	keine Platte gegossen
	im Mittel	**417 194**	**426 442**	**2 213 180**
Neutralisiertes angef. Milch-Agar (bei 20° C. ca. 20 Tage gefault)	Platte a	302 285	358 767	259 114
	» b	326 579	399 452	251 007
	» c	keine Platte gegossen	312 385	keine Platte gegossen
	» d		393 355	
	im Mittel	**314 432**	**365 990**	**255 060**
Saueres angef. Milch-Agar (bei 20° C. 20 Tage gefault) . . .		0	0	0
Gewöhnliche Nähr-Gelatine	Platte a	441 044	keine Platte gegossen	
	» b	424 850		
	im Mittel	**432 947**		

Versuch 15.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg		
		aërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	264 500	185 150	449 650
	» b	keine Platte gegossen	211 600	keine Platte gegossen
	im Mittel	**264 500**	**198 355**	**449 650**
Glycerin-Agar	Platte a	211 600	238 050	238 050
	» b	keine Platte gegossen	211 600	264 500
	» c		238 050	keine Platte gegossen
	im Mittel	**211 600**	**262 567**	**251 275**
Bierwürze-Agar	Platte a	105 800	79 350	211 600
	» b	keine Platte gegossen	26 450	152 900
	im Mittel	**105 800**	**52 900**	**182 250**
Galle-Agar		keine Platte gegossen	**343 850**	**315 400**
Angef. Gallenblase-Agar (bei 20° C. 24 Tage lang gefault)	Platte a	34 385	68 120	52 900
	» b	keine Platte gegossen		26 450
	im Mittel	**34 385**	**68 120**	**39 675**

Fortsetzung zu Versuch 15.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Angef. Pankreas-Agar (bei 20° C. 24 Tage gefault)		0	0	0
Angef. Milch-Agar (bei 20° C. ca. 20 Tage gefault)	Platte a	185 150	52 900	238 050
	» b	keine Platte gegossen	152 250	152 250
	» c		79 350	416 750
	im Mittel	185 150	94 500	269 017
Angef. Reis-Agar (bei 20° C. 43 Tage gefault)	Platte a	keine Platte gegossen	423 200	793 500
	» b		317 400	keine Platte gegossen
	» c		264 500	
	im Mittel		335 333	793 500

Versuch 16.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 20° C.	anaërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	3 240 860	2 844 020	3 207 790	2 116 480
	» b	3 869 190	keine Platte gegossen	2 479 250	keine Platte gegossen
	im Mittel	3 555 525	2 844 020	2 843 520	2 116 480
Pankreas-Agar (neutral)	Platte a	2 447 180	2 844 020	2 579 460	3 969 480
	» b	3 273 910	keine Platte gegossen	3 075 510	keine Platte gegossen
	im Mittel	2 860 545	2 844 020	2 827 485	3 969 480
Angef. Pankreas-Agar (bei 20° C. 24 Tage lang gefault) Reaktion neutral	Platte a, » b, » c, im Mittel	0	0	0	0
Angef. Gallenblase-Agar (bei 20° C. ca. 20 Tage lang gefault) Reaktion neutral	Platte a, » b, » c, im Mittel	0	0	0	0
Angef. Milch-Agar (bei 20° C. ca. 20 Tage gefault)	Platte a	2 976 300	2 281 830	3 273 010	2 218 960
	» b	3 638 690	keine Platte gegossen	2 447 180	keine Platte gegossen
	im Mittel	3 307 495	2 281 830	3 355 095	2 248 960
Angef. Reis-Agar (bei 20° C. 43 Tage gefault)	Platte a	3 736 910	3 420 070	3 703 840	3 207 790
	» b	3 273 910	keine Platte gegossen	3 042 440	keine Platte gegossen
	im Mittel	3 505 410	3 420 070	3 373 140	3 207 790

Versuch 17.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg: aërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	unter Fäulnisgas bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	Platte verunglückt	599 760	keine Platte gegossen
	» b	keine Platte gegossen	388 080	
	» c		282 240	
	im Mittel		423 360	
Glycerin-Agar	Platte a	282 240	599 760	246 960
	» b	keine Platte gegossen	529 280	keine Platte gegossen
	im Mittel	282 240	564 520	246 960
Galle-Agar		keine Platte gegossen		635 040
Bierwürze-Agar	Platte a	282 240	282 240	317 520
	» b	keine Platte gegossen	423 360	282 240
	» c		246 960	keine Platte gegossen
	» d		246 960	
	im Mittel	282 240	299 880	299 880
Angef. Gallenblase-Agar (bei 20° C. 24 Tage lang gefault)	Platte a	keine Platte gegossen	Platte verunglückt	24 696
	» b		24 696	11 642
	» c		70 560	24 696
	» d		45 864	keine Platte gegossen
	im Mittel		47 040	20 675
Neutralis. angef. Pankreas-Agar (bei 20° C. ca. 20 Tg. lang gefault)		0	0	0
Angef. Milch-Agar (bei 20° C. 20 Tage lang gefault)	Platte a	423 360	564 480	458 640
	» b	keine Platte gegossen	317 520	458 640
	» c		493 920	493 920
	» d		246 960	740 880
	» e		211 680	keine Platte gegossen
	im Mittel	423 360	366 912	538 020
Angef. Reis-Agar (bei 20° C. 43 Tage lang gefault)	Platte a	keine Platte gegossen	670 820	423 360
	» b		keine Platte gegossen	635 040
	im Mittel		670 320	529 200
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault)		keine Platte gegossen	793 700	423 360

Versuch 18.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg: aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.	unter CO_2 bei 37° C.	unter Fäulnisgas bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	182 520	280 800	262 080	158 760
	» b	201 240	keine Platte gegossen	262 080	168 480
	» c	219 960		keine Platte gegossen	159 120
	im Mittel	201 573	280 800	262 080	160 450

Fortsetzung zu Versuch 18.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg			
		aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.	unter CO_2 bei 37° C.	unter Fäulnisgas bei 37° C.
Glycerin-Agar	Platte a	210 600	322 920	173 160	173 160
	» b	196 560	keine Platte gegossen	168 480	168 480
	» c	keine Platte gegossen	»	238 680	keine Platte gegossen
	im Mittel	203 580	322 920	193 440	170 770
Reis-Agar	Platte a	187 200	313 560	153 760	541 440
	» b	keine Platte gegossen	177 840	266 760	234 000
	» c	»	keine Platte gegossen	163 800	280 800
	im Mittel	187 200	245 700	194 773	352 080
Erbsen-Agar	Platte a	147 640	102 960	159 120	213 840
	» b	Platte verunglückt	keine Platte gegossen	196 560	keine Platte gegossen
	» c	»	»	182 520	»
	im Mittel	147 640	102 960	179 400	213 840
Bierwürze-Agar	Platte a	keine Platte gegossen	173 160	79 560	205 920
	» b		keine Platte gegossen	163 800	168 480
	» c		»	135 720	93 600
	im Mittel		173 160	126 360	156 000
Angef. Milch-Agar (bei 20° C. 20 Tage gefault)		173 160	keine Platte gegossen		
Angef. Milch-Agar (bei 20° C. ca. $1^{1}/_{2}$ Jahr gefault)	Platte a, » b, im Mittel	0	0	0	0

Versuch 19.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg			
		aërob bei 20° C.	anaërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	unter Fäulnisgas bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	251 680	314 600	487 630	314 600
	» b	keine Platte gegossen		307 970	keine Platte gegossen
	im Mittel	251 680	314 600	397 800	314 600
Fäces-Agar	Platte a	235 950	235 950	330 330	307 970
	» b	277 410	471 900	361 790	307 970
	» c	465 270	361 790	361 790	346 060
	» d	377 520	keine Platte gegossen	188 760	157 300
	» e	keine Platte gegossen		keine Platte gegossen	251 680
	» f				314 600
	» g				307 970
	» h				330 330
	im Mittel	339 042	356 547	310 667	290 480

Fortsetzung zu Versuch 19.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg			
		aërob bei 20° C.	anaërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	unter Fäulnisgas bei 37° C.
Angef. Milch-Agar (bei 20° C. ca. 1½ Jahr lang gefault)	Platte a	78 650	125 840	47 190	31 460
	» b	62 920	keine Platte gegossen	125 840	21 460
	» c	62 920		78 650	19 500
	» d	keine Platte gegossen		157 300	15 730
	» e			188 760	7 865
	» f			188 760	keine Platte gegossen
	im Mittel	68 169	125 840	131 083	19 203

Versuch 20.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg				
		aërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.	unter CO_2 bei 37° C.	unt. Fäulnisgas b. 37° C.
Glycerin-Agar	Platte a	154 350	198 450	198 450	220 500	896 900
	» b	keine Platte gegossen			198 450	keine Platte gegossen
	im Mittel	154 350	198 450	198 450	209 475	396 900
Harn-Agar	Platte a	0	22 050	66 150	66 150	66 150
	» b	keine Platte gegossen	Platte verunglückt	22 050	keine Platte gegossen	
	im Mittel	0	22 050	44 100	66 150	
Bierwürze-Agar . . .		154 350	242 550	154 300	220 500	keine Platte gegossen
Pankreas-Agar		keine Platte gegossen	132 300	198 450	352 800	»
Neutral. angef. Pankreas-Agar (bei 20° C. 24 Tage gefault)	Platte a, » b, im Mittel	0	0	0	0	0
Angef. Gallenblase-Agar (b. 20° C. 24 Tage gefault)		keine Platte gegossen	242 550	154 300	176 400	keine Platte gegossen
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault)	Platte a	176 400	220 500	264 600	815 850	264 600
	» b	keine Platte gegossen	242 550	keine Platte gegossen		286 650
	» c	»	keine Platte gegossen			110 250
	im Mittel	176 400	231 525	264 600	815 850	220 250
Bierwürze-Agar	Platte a	242 550	keine Platte gegossen			
	» b	242 550				
	» c	242 550				
	» d	374 850				
	im Mittel	275 625				
Stroh-Gelatine (Reakt. sauer)	Platte a	66 150	keine Platte gegossen			
	» b	88 200				
	» c	88 200				
	» d	110 250				
	im Mittel	88 200				

Versuch 21.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg				
		aërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.	unter CO_2 bei 37° C.	unt. Fäulnisgas b. 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	39 930	93 170	116 480	26 620	66 550
	» b	keine Platte gegossen	146 410	keine Platte gegossen	keine Platte gegossen	13 310
	» c	»	106 480	»	»	keine Platte gegossen
	» d	»	186 340	»	»	»
	im Mittel	**39 930**	**133 100**	**166 480**	**26 620**	**39 930**
Traubenzucker-Agar	Platte a	53 240	146 410	159 720	159 720	93 170
	» b	keine Platte gegossen	146 410	keine Platte gegossen	153 240	79 860
	» c	»	keine Platte gegossen	»	keine Platte gegossen	79 860
	im Mittel	**53 240**	**146 410**	**159 720**	**156 480**	**84 397**
Bierwürze-Agar	Platte a	53 240	93 170	146 410	13 310	33 100
	» b	26 620	39 930	keine Platte gegossen	keine Platte gegossen	39 930
	im Mittel		**66 550**	**146 410**	**13 310**	**34 515**
Harn-Agar	Platte a	133 100	33 275	36 603	46 585	46 585
	» b	keine Platte gegossen	46 595	keine Platte gegossen	26 620	43 258
	» c	»	79 860	»	keine Platte gegossen	43 275
	» d	»	44 880	»	»	46 595
	im Mittel	**133 100**	**51 152**	**36 603**	**36 602**	**44 428**
Angef. Pankreas-Agar (bei 20° C. 24 Tage lang gefault)	Platte a			13 310		
	» b			keine Platte gegossen		
	» c	0	0	»	0	0
	» d			»		
	im Mittel			**13 310**		
Angef. Gallenblasen-Agar (bei 20° C. 24 Tage lang gefault)	Platte a	19 965	36 620	30 948	26 620	39 930
	» b	keine Platte gegossen	23 290	33 275	keine Platte gegossen	30 948
	» c	»	58 795	keine Platte gegossen		
	» d	»	19 965			
	im Mittel	**19 965**	**34 668**	**32 111**	**26 620**	**35 439**
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 7 Tage lang gefault)	Platte a	66 550	93 170	26 620	93 170	66 550
	» b	keine Platte gegossen	106 480	keine Platte gegossen		106 480
	» c	»	keine Platte gegossen			106 480
	im Mittel	**66 550**	**99 825**	**26 620**	**93 170**	**90 170**

Versuch 22.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg				
		aërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.	unter CO_2 bei 37° C.	unt. Fäulnisgas b. 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	217 800	133 100	507 200	229 900	193 600
	» b	keine Platte gegossen				254 100
	im Mittel	**217 800**	**133 100**	**507 200**	**229 900**	**223 850**

Fortsetzung zu Versuch 22.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg				
		aërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.	unter CO_2 bei 37° C.	unt. Fäulnisgas b. 37° C.
Glycerin-Agar	Platte a	193 600	217 800	157 300	keine Platte gegossen	121 000
	» b	keine Platte gegossen	205 700	keine Platte gegossen	»	keine Platte gegossen
	im Mittel	**193 600**	**212 250**	**157 300**	»	**121 000**
Bierwürze-Agar . . .		**18 150**	**290 400**	**331 700**	**193 600**	**290 400**
Harn-Agar	Platte a	157 300	181 500	145 200	169 400	157 300
	» b	keine Platte gegossen	181 500	keine Platte gegossen	217 800	217 800
	im Mittel	**157 300**	**181 500**	**145 200**	**193 600**	**187 500**
Reis-Agar	Platte a	314 600	181 500	229 900	302 500	121 000
	» b	keine Platte gegossen	205 700	169 400	keine Platte gegossen	205 700
	» c		keine Platte gegossen			229 900
	im Mittel	**314 600**	**193 600**	**199 650**	**302 500**	**185 530**
Erbsen-Agar	Platte a	205 700	145 200	278 300	338 800	217 800
	» b	229 900	133 100	keine Platte gegossen		169 400
	» c	keine Platte gegossen	278 300			157 300
	» d	»	229 900			290 400
	» e	»	169 400			keine Platte gegossen
	im Mittel	**217 800**	**171 180**	**278 300**	**338 800**	**208 725**
Angef. Reis-Agar (bei 20° C. 43 Tage gefault . . .		keine Platte gegossen	**242 000**	keine Platte gegossen	**242 000**	**242 000**
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 7 Tage lang gefault)	Platte a	278 300	290 400	266 200	338 800	217 800
	» b	181 500	205 700	keine Platte gegossen		338 800
	» c	keine Platte gegossen	217 800			keine Platte gegossen
	im Mittel	**229 900**	**237 967**	**266 200**	**338 800**	**278 300**

Versuch 23.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg				
		aërob bei 20° C.	anaërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.	unt. Fäulnisgas b. 37° C.
Gewöhnliche Agar	Platte a	868 790	591 630	596 960	7 040 930	602 190
	» b	keine Platte gegossen	687 770	658 250	12 801 640	676 910
	» c	»	keine Platte gegossen			631 600
	im Mittel	**868 790**	**639 700**	**627 605**	**9 671 285**	**636 900**
Glycerin-Agar	Platte a	559 650	804 830	740 870	9 128 300	575 640
	» b	815 490	825 490	keine Platte gegossen	7 035 600	490 360
	im Mittel	**682 570**	**815 160**	**740 870**	**8 081 950**	**533 000**
Fäces-Agar	Platte a	826 150	655 590	631 600	10 893 250	314 470
	» b	623 615	666 250	799 500	13 458 250	527 670
	» c	keine Platte gegossen			13 277 080	259 170
	im Mittel	**724 385**	**660 920**	**715 550**	**12 542 843**	**367 103**

Fortsetzung zu Versuch 23.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg				
		aërob bei 20° C.	anaërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.	unter Fäulnisgas bei 37° C.
Angef. Milch-Agar (bei 20° C. 1½ J. gefault)	Platte a	keine Platte gegossen	1 832	600	235 784	1 832
	» b	»	keine Platte gegossen	600	keine Platte gegossen	
	im Mittel	»	1 332	600	235 784	1 332
Gewöhnliche Gelatine	Platte a	874 120	794 170	keine Platte gegossen		
	» b	746 200	916 760			
	» c	791 530	852 800			
	» d	676 950	keine Platte gegossen			
	im Mittel	772 200	854 244			
Traubenzucker-Gelatine		606 350	keine Platte gegossen			
Bierwürze-Agar	Platte a	474 370	627 670	keine Platte gegossen		
	» b	623 610	415 740			
	» c	keine Platte gegossen	543 660			
	im Mittel	548 990	529 027			
Stroh-Gelatine (Reakt. sauer)	Platte a, » b, » c, im Mittel	0	0			

Versuch 24.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg				
		aërob bei 20° C.	anaërob bei 20° C.	unter Fäulnisgas bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	keine Platte gegossen		111 980	90 610	4 749 030
	» b			keine Platte gegossen		2 483 780
	» c					3 027 440
	im Mittel			111 930	90 610	3 420 083
Glycerin-Agar		101 270	keine Platte gegossen	90 610	122 590	3 778 970
Pankreas-Agar	Platte a	keine Platte gegossen			84 280	7 659 870
	» b				117 260	keine Platte gegossen
	im Mittel				101 270	7 659 370
Darmschleimhaut-Agar	Platte a	101 270	79 290	53 800	95 940	2 590 280
	» b	111 930	keine Platte gegossen	95 940	111 930	3 347 240
	» c	keine Platte gegossen				5 825 690
	» d					4 706 390
	» e					3 810 950
	im Mittel	106 600	79 290	74 620	103 435	4 056 110

Fortsetzung zu Versuch 24.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg				
		aërob bei 20° C.	anaërob bei 20° C.	unt. Fäulnisgas b. 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Fäces-Agar	Platte a	129 240	keine Platte gegossen	129 240	106 600	4 951 570
	» b	keine Platte gegossen	»	31 980	133 250	keine Platte gegossen
	im Mittel	**129 240**	»	**80 610**	**119 925**	**4 951 570**
Ang. Pankreas-Agar (bei 20° C. 24 Tage gefault) Reakt. neutral	Platte a	0	0	0	0	0
	» b					
	im Mittel					
Gewöhnliche Gelatine	Platte a	keine Platte gegossen	106 600	101 270	keine Platte gegossen	
	» b	»	79 290	191 880		
	im Mittel	»		**146 075**		
Stroh-Gelatine (Reakt. sauer)	Platte a	90 610	0	84 280		
	» b	0		keine Platte gegossen		
	» c	keine Platte gegossen		»		
	im Mittel	**45 305**		**84 280**		

Versuch 25.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg				
		aërob bei 20° C.	anaërob bei 20° C.	aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.	unter CO_2 bei 37° C.
Gewöhnliches Agar . .		keine Platte gegossen		**93 170**	keine Platte gegossen	
Glycerin-Agar		**239 580**	keine Platte gegossen		**232 890**	**146 410**
Reis-Agar	Platte a	199 650	keine Platte gegossen	106 480	279 510	119 790
	» b	keine Platte gegossen	»	keine Platte gegossen	412 610	keine Platte gegossen
	im Mittel	**199 650**	»	**106 480**	**346 060**	**119 790**
Hirn-Agar		keine Platte gegossen		**186 340**	**212 960**	keine Platte gegossen
Milz-Agar		**306 230**	keine Platte gegossen	**133 100**	Platte verunglückt	**146 410**
Galle-Agar	Platte a	13 310	93 170	133 100	133 100	186 340
	» b	Platte verunglückt	keine Platte gegossen	Platte verunglückt	106 480	keine Platte gegossen
	» c	»	»	»	199 650	»
	im Mittel	**13 310**	**93 170**	**133 100**	**136 743**	**186 340**
Leber-Agar	Platte a	199 650	199 650	159 720	199 650	598 950
	» b	146 410	keine Platte gegossen	186 340	186 340	399 300
	» c	keine Platte gegossen			279 510	545 710
	» d				306 130	keine Platte gegossen
	» e				279 510	»
	im Mittel	**173 030**	**199 650**	**173 030**	**250 228**	**514 653**
Leber-Galle-Agar (Nr. 9)	Platte a	133 100	139 720	199 650	199 650	625 570
	» b	186 340	119 790	159 720	146 410	666 550
	» c	186 340	119 790	153 030	133 100	keine Platte gegossen
	» d	keine Platte gegossen	226 270	153 030	226 270	»
	» e	keine Platte gegossen			226 270	»
	» f				385 990	»
	im Mittel	**168 590**	**151 365**	**166 360**	**219 615**	**646 060**

Versuch 26.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.	Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg anaërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	1 774 480	5 366 080
	» b	1 938 480	6 187 280
	» c	1 594 080	6 979 840
	im Mittel	**1 769 013**	**5 831 067**
Hirn-Agar	Platte a	1 751 520	4 329 600
	» b	2 214 000	3 306 240
	im Mittel	**1 982 760**	**3 817 970**
Leber-Agar	Platte a	1 472 720	6 314 000
	» b	1 712 160	13 284 000
	im Mittel	**1 592 440**	**9 799 000**
Milz-Agar	Platte a	990 560	5 497 280
	» b	1 230 080	5 930 240
	im Mittel	**1 110 320**	**5 713 760**
Darmschleimhaut-Agar	Platte a	1 741 680	11 414 400
	» b	1 899 120	6 642 000
	» c	1 725 280	keine Platte gegossen
	im Mittel	**1 788 690**	**8 528 200**
Pankreas-Agar (neutral)	Platte a	1 613 760	7 633 840
	» b	1 836 800	6 592 800
	im Mittel	**1 725 280**	**6 613 320**
Neutralisiertes angef. Pankreas-Agar (bei 20° C. 24 Tage lang gefault)		**0**	**0**
Neutralisiertes Pankreas-Agar + 0,000017 % HCl	Platte a	1 472 720	6 008 960
	» b	1 423 520	3 110 800
	im Mittel	**1 448 120**	**4 559 800**
Dasselbe + 0,00002 % HCl . . .		**639 600**	**6 986 400**
Dasselbe + 0,00004 % HCl	Platte a	885 600	8 632 960
	» b	144 320	7 863 840
	im Mittel	**514 960**	**8 248 400**
Fäces-Agar		**1 151 280**	**1 482 560**

Versuch 27.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.	Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg anaërob bei 37° C.
Gewöhnliches Agar + 0,005 % HCl (sehr schwach sauer)	Platte a	85 575	126 000
	» b	91 350	keine Platte gegossen
	» c	135 975	keine Platte gegossen
	im Mittel	**104 300**	**126 000**

Fortsetzung zu Versuch 27.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob bei 37° C.
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. ca. 10 Tage gefault) + 0,005% HCl (sehr schwach sauer)	Platte a	66 150	133 350
	» b	75 600	137 550
	im Mittel	**70 875**	**135 450**
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. ca. 10 Tage gefault) + 0,005% HCl (sehr schwach sauer)	Platte a	187 150	192 150
	» b	144 900	keine Platte gegossen
	» c	226 000	
	im Mittel	**186 017**	**192 150**
Angef. Gallen-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault) + 0,005% HCl (sehr schwach sauer)	Platte a	6 300	36 750
	» b	3 150	29 400
	im Mittel	**4 725**	**33 075**
Angef. Fleisch-Agar (b. 37° C. 7 Tage gefault) + 0,005% HCl (sehr schwach sauer)	Platte a	43 050	26 250
	» b	44 625	103 950
	im Mittel	**43 837**	**65 050**

Versuch 28.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg
		aërob b. 37° C
Gewöhnliches Agar	Platte a	15 015
	» b	16 385
	im Mittel	**15 700**
Angef. Gallen-Agar (bei 20° C. ca. 7 Tage gefault) + 0,1% HCl (Reaktion sauer)	Platte a	1 365
	» b	1 365
	» c	1 365
	im Mittel	**1 365**

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg
		aërob b. 37° C
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. ca. 14 Tage gefault) + 0,1% HCl (Reaktion sauer)	Platte a	0
	» b	
	» c	
	im Mittel	
Dasselbe + 0,2% HCl (sauer)	Platte a	0
	» b	
	» c	
	im Mittel	

Versuch 29.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg
		aërob b. 37° C
Gewöhnliches Agar	Platte a	53 235
	» b	64 155
	im Mittel	**58 695**
Angef. Gallen-Agar (bei 20° C. 7 Tage gefault) + 0,1% HCl (sauer)	Platte a	**12 285**
	» b	
	im Mittel	

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg
		aërob b. 37° C
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. 14 Tage gefault) + 0,1% HCl (sauer)	Platte a	0
	» b	
Dasselbe + 0,2% HCl	Platte a	0
	» b	

Versuch 30.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob b. 37° C	Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob b. 37° C
Gewöhnliches Agar	Platte a	261 450	Angef. Gallen-Agar (bei 20° C. 7 Tage gefault) + 0,1 % HCl (sauer)	Platte a	85 050
	» b	261 450		» b	69 300
	» c	233 100		» c	63 000
	» d	274 050		» d	44 100
	im Mittel	257 512		im Mittel	65 362
Gewöhnliches Agar + 0,1 % HCl (sauer)	Platte a	201 600	Angef. Reis-Agar (bei 37° C. 7 Tage lang gefault)	Platte a	280 350
	» b	163 800		» b	349 650
	» c	226 800		» c	270 900
	» d	228 850		» d	207 900
	» e	289 800		» e	222 550
	im Mittel	222 130		» f	315 000
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault)	Platte a	233 100		im Mittel	274 392
	» b	223 650	Dasselbe + 0,1 % HCl (sauer)	Platte a	0
	» c	185 850		» b	
	» d	179 550		» c	
	» e	239 500		» d	
	im Mittel	212 330			

Versuch 31.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.	anaërob b. 37° C.
Gewöhnliches Agar		223 800	3 981 600
Darmschleimhaut-Agar	Platte a	105 840	1 479 240
	» b	118 800	1 249 920
	» c	118 440	keine Platte gegoss.
	im Mittel	114 373	1 364 580
Pankreas-Agar (schwach alkalisch)	Platte a	103 320	10 206 000
	» b	115 920	3 774 960
	» c	108 260	4 490 640
	» d	100 800	11 070 360
	im Mittel	107 075	7 385 490
Dasselbe + 0,00002 % HCl (neutral)	Platte a	70 560	75 900
	» b	58 080	82 960
	» c	100 800	111 320
	» d	keine Platte gegoss.	113 850
	im Mittel	76 480	96 007
Dasselbe + 0,00004 % HCl (neutral) .		216 240	118 916

Fortsetzung zu Versuch 31.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob b. 37° C.
Schwach saueres Pankreas-Agar	Platte a	78 120	4 103 000
	» b	keine Platte gegoss.	2 958 480
	im Mittel	**78 120**	**3 530 740**
Schwach alkalisches Pankreas-Agar	Platte a	105 840	118 440
	» b	75 600	95 760
	im Mittel	**90 720**	**107 100**
Angef. Pankreas-Agar (bei 20° C. 8 Tage gefault)	Platte a, » b, » c	0	0
Dasselbe (bei 20° C. 24 Tage gefault)	Platte a, » b, » c	0	0

Versuch 32.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob b. 37° C.
Glycerin-Agar		**40 180**	**1 974 560**
Schwach alkalisches Pankreas-Agar	Platte a	22 960	4 500 160
	» b	22 960	1 613 740
	» c	28 700	843 780
	» d	51 660	863 000
	im Mittel	**31 570**	**1 955 420**
Dasselbe + 0,2 % Soda	Platte a	5 740	10 480
	» b	5 740	10 480
	» c	5 740	40 180
	» d	17 220	22 960
	im Mittel	**8 585**	**21 025**
Dasselbe + 0,5 % Soda	Platte a	0	5 740
	» b		5 740
	» c		5 740
	» d		10 480
	» e		5 740
	im Mittel		**6 688**
Dasselbe + 0,8 % Soda	Platte a, » b, » c, » d, » e	0	0

Fortsetzung zu Versuch 32.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.	anaërob b. 37° C.
Dasselbe + 1 % Soda	Platte a » b » c » d » e	0	0

Versuch 33.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.	anaërob b. 37° C.
Traubenzucker-Agar		keine Platte gegoss.	27 930
Traubenzuckeragar + 10 % Galle	Platte a	119 070	58 800
	» b	114 660	42 630
	im Mittel	116 865	50 715
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 10 Tage gefault) + 10 % Galle	Platte a	196 980	139 650
	» b	196 980	198 450
	im Mittel	196 980	169 050
Angef. Fleisch-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault) + 10 % Galle	Platte a	126 060	0
	» b	204 620	
	im Mittel	165 340	

Versuch 34.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg aërob bei 37° C.	anaërob b. 37° C.
Gewöhnliches Agar	Platte a	27 840	72 030
	» b	34 280	keine Platte gegoss.
	im Mittel	31 560	72 030
Traubenzucker-Agar + 5 % Galle	Platte a	7 350	20 580
	» b	5 880	keine Platte gegossen
	» c	1 470	
	im Mittel	4 700	20 580
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault) + 5 % Galle	Platte a	7 350	61 740
	» b	2 940	54 390
	im Mittel	5 140	58 065
Angef. Fleisch-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault) + 5 % Galle	Platte a	2 940	0
	» b	keine Platte gegoss.	
	im Mittel	2 940	

Versuch 35.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg
		aërob b. 37° C
Gewöhnliches Agar	Platte a	785 420
	» b	692 150
	im Mittel	713 785
Dasselbe + 2,5 % Galle	Platte a	717 570
	» b	510 510
	» c	922 480
	» d	428 400
	im Mittel	644 740
Dasselbe + 5 % Galle	Platte a	774 690
	» b	649 740
	» c	656 880
	im Mittel	693 774
Dasselbe + 20 % Galle	Platte a	846 090
	» b	610 470
	» c	810 890
	» d	874 650
	im Mittel	785 400

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg
		aërob b. 37° C
Dasselbe + 33 % Galle	Platte a	874 770
	» b	731 850
	» c	928 200
	im Mittel	844 940
Angef. Fleisch-Agar (bei 20° C. 9 Tage gefault) + 2,5 % Galle	Platte a	760 410
	» b	656 880
	im Mittel	708 645
Dasselbe + 5 % Galle	Platte a	599 760
	» b	508 370
	im Mittel	551 565
Dasselbe + 20 % Galle		831 810
Angef. Erbsen-Agar (b. 37° C. 7 Tg. gefault) + 2,5 % Galle		592 620
Dasselbe + 5 % Galle		806 820

Versuch 36.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob b. 37° C.
Gewöhnliches Agar		803 400	1 565 200
Glycerin-Agar		1 177 800	947 700
Pankreas-Agar	Platte a	837 200	1 189 500
	» b	918 900	1 084 200
	» c	1 083 500	1 684 800
	» d	965 900	keine Platte gegoss.
	im Mittel	937 625	1 319 500
Galle-Agar	Platte a	1 175 200	638 300
	» b	1 029 600	keine Platte gegoss.
	im Mittel	1 102 400	638 300
Angef. Fleisch-Agar (bei 20° C. 7 Tage gefault)	Platte a	742 300	486 200
	» b	711 100	596 700
	im Mittel	726 700	541 450

Fortsetzung zu Versuch 36.

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro 1 mg	
		aërob bei 37° C.	anaërob b. 37° C.
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault)		Platte verunglückt	4 382 300
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 7 Tage lang gefault)	Platte a	1 411 800	1 102 400
	» b	1 326 000	keine Platte gegoss.
	im Mittel	1 236 890	1 102 400
Gewöhnliche Gelatine (bei 20° C.)	Platte a	1 222 000	keine Platte gegossen
	» b	1 216 800	
	» c	793 000	
	im Mittel	1 077 266	

Wie die Tabellen zeigen, ergaben sich bei der quantitativen bakteriologischen Untersuchung der Fäces erhebliche Unterschiede je nach der Art der gewählten Züchtungsbedingungen. Aufserdem verhielten sich aber auch die verschiedenen Kotproben überaus ungleich. Die nachstehende Tabelle möge einen Überblick darüber geben, wie grofs die Kolonienzahl im Mittel, im Minimum und im Maximum in den untersuchten Kotproben bei Benutzung der günstigsten Nährböden gewesen ist.

(Siehe Übersichtstabelle auf S. 238 u. 239.)

Die gröfste Keimzahl, welche ich bei meinen Untersuchungen überhaupt in 1 mg Fäces gefunden habe, betrug etwa 18 Millionen. Diese Zahl erscheint immerhin gering, wenn man berücksichtigt, dafs in gefärbten Ausstrich-Präparaten die Fäces oft nur aus Bakterien zu bestehen scheinen. Im Vergleich habe ich unter Benutzung verschiedener Nährböden die Keimzahl in einem Milligramm frischer, auf Schrägagar gewachsener Kultur von Bacterium coli ermittelt. Wie die folgende Tabelle (S. 240) zeigt, haben sich dabei sehr viel höhere Zahlen ergeben als für die Fäces.

(Siehe Tabelle auf S. 240.)

Wachstum unter Wasserstoff lieferte in der Regel viel mehr Kolonien als Wachstum bei Luftzutritt; ausnahmsweise, so in den Versuchen 1, 5, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 25 und 33, war der Unterschied in der Zahl der Kolonien aber auch nur ein geringer.

Unter CO_2 entwickelten die Kolonien sich weniger zahlreich als unter Wasserstoff. Wir fanden aber auch da Ausnahmen (bei Erbsen — angefaulten Erbsen — und Harn-Agar; Versuch 20, 22 und 25). Bemerkenswerterweise blieben die unter CO_2 zur Entwicklung gekommenen Kolonien stets ganz auffallend klein.

Bei Züchtung unter Fäulnisgasen fand ich etwas mehr Kolonien als unter CO_2.

Die Temperatur, bei der die Platten gehalten wurden, übte auf die Zahl der aus den Fäces sich entwickelnden Kolonien unverkennbar einen Einflufs aus. Im allgemeinen wirkte die Brüttemperatur günstiger als Zimmertemperatur (vgl. Versuche 13, 17, 19, 20, 21, 23 und 24); doch kamen vereinzelt auch Ausnahmen von dieser Regel vor (vgl. Versuche 14, 15, 16 und 23.)

Im Vergleich mit dem gewöhnlichen Nähr-Agar sind nach meinen Erfahrungen im allgemeinen Glycerin-Agar, Traubenzucker-Agar, Pankreas-Agar, Darmschleimhaut-Agar und Milz-Agar fast gleich gute Nährsubstrate für die Bakterien der Fäces (vgl. Versuche 1, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 24 und 26).

Die gewöhnliche Nährgelatine und die Traubenzuckergelatine verhielten sich annähernd wie das gewöhnliche Nähr-Agar.

Auf Bierwürze-Agar wuchsen die Fäcesbakterien weniger gut als auf gewöhnlichem Agar (vgl. Versuche 15, 17, 18, 20, 21 und 22).

Auf Erbsen- und Reis-Agar wuchsen sie etwa ebenso gut wie auf gewöhnlichem Agar (vgl. Versuche 10, 18, 20 und 22), dagegen auf Agar, das mit vorher angefaulten Erbsen- und Reis-Infusen bereitet war, etwas besser als auf gewöhnlichem Agar (vgl. Versuche 6, 8, 12, 14, 15, 16, 17 und 22).

Auf Fäces-Agar entwickelten sich in der Regel die Kolonien minder zahlreich als auf gewöhnlichem Agar (vgl. Versuche 19, 23 und 26), nur im Versuch 24 fand ich etwas mehr Kolonien als auf gewöhnlichem Agar.

Übersichts-

Nährböden		Bei Zimmertemperatur (18—20° C.)					
		Anzahl der Platten	aërob	Anzahl der Platten	anaërob	Anzahl der Platten	unter Fäulnisgas
Gewöhnlich. Agar	Mittel		652 998		898 071		
	Minimum	19	38 268	5	27 333	1	111 930
	Maximum		3 869 190		2 844 020		
Glycerin-Agar	Mittel		587 032		815 160		
	Minimum	16	101 270	2	804 830	1	90 610
	Maximum		3 273 910		825 490		
Leber-Agar	Mittel		164 976				
	Minimum	5	92 640	1	199 650	—	—
	Maximum		306 230				
Darm-schleimhaut-Agar	Mittel		106 600				74 640
	Minimum	2	101 270	1	79 290	2	53 300
	Maximum		111 930				95 940
Milz-Agar	Mittel						
	Minimum	—	—	—	—	—	—
	Maximum						
Galle-Agar	Mittel						
	Minimum	1	18 810	1	93 170	—	—
	Maximum						
Hirn-Agar	Mittel						
	Minimum	—	—	—	—	—	—
	Maximum						
Pankreas-Agar	Mittel		2 860 545				
	Minimum	2	2 447 180	1	2 844 020	—	—
	Maximum		3 273 910				
Fäces-Agar	Mittel		419 307		478 296		80 610
	Minimum	7	129 240	5	235 950	2	31 980
	Maximum		826 150		666 250		129 240
Reis-Agar	Mittel		357 125				
	Minimum	2	199 650	—	—	—	—
	Maximum		314 600				
Angefaultes Reis-Agar	Mittel		1 962 552				
	Minimum	4	385 957	1	3 420 070	—	—
	Maximum		3 736 910				

Tabelle.

Bei 37° C.							
Anzahl der Platten	aërob	Anzahl der Platten	anaërob	Anzahl der Platten	unter CO_2	Anzahl der Platten	unter Fäulnisgas
	775 524		2 330 440		134 369		294 020
64	10 290	30	26 250	7	26 620	11	13 310
	7 460 750		16 217 920		262 080		676 910
	701 699		1 788 612		190 947		310 357
29	14 333	17	85 998	6	146 410	7	121 000
	1 177 800		9 128 300		238 680		575 640
	1 121 987		4 928 561		1 223 168		
9	42 640	12	186 340	7	399 300	—	—
	2 223 430		18 265 500		2 036 060		
	1 033 842		4 821 172				
12	53 300	10	143 910	1	37 310	—	—
	2 430 890		11 414 400				
	988 212		3 051 548		125 505		
6	42 640	5	154 570	2	106 600	—	—
	1 772 430		5 930 240		146 410		
	635 406		413 479				
13	8 190	5	106 480	1	186 340	1	635 040
	1 175 200		638 300				
	1 658 793		2 309 968				
6	74 620	6	212 960	1	111 930	—	—
	2 516 580		4 329 600				
	779 651		2 824 277		298 413		
29	63 960	26	191 880	3	165 230	—	—
	3 075 510		11 070 360		352 800		
	451 656		3 568 195				311 381
9	106 600	13	157 300	—	—	11	157 300
	1 151 280		13 458 250				527 670
	191 467		222 675		201 810		268 807
3	181 500	4	169 400	5	153 760	6	121 000
	205 700		313 560		302 500		541 440
	518 285		2 843 365				433 467
29	22 050	12	186 329	1	242 000	5	242 000
	3 703 840		4 382 300				635 040

Nährböden		Anzahl der bei 37° C. unter Luftzutritt aus ca. 1 mg Bakt. coli-Kultur gewachsenen Kolonien
Gewöhnliches Agar . . .		1 017 720 000
Darmschleimhaut-Agar	Platte a	843 580 000
	» b	844 160 000
Leber-Agar	Platte a	851 400 000
	» b	950 400 000
Hirn-Agar	Platte a	962 280 000
	» b	942 480 000
Fäces-Agar		803 860 000
Pankreas-Agar	Platte a	696 960 000
	» b	724 680 000

Galle hatte auf das Wachstum der Fäcesbakterien im allgemeinen keinen fördernden Einfluſs (vgl. Versuche 11, 12, 15, und 25). Wo, wie im Versuch 17 und 36, die Kolonien auf Galle-Agar etwas zahlreicher waren als auf gewöhnlichem Agar, blieben die Kolonien unter dem Einflusse der Galle immer sehr klein. Wenn man aber einem ungünstigen Nährboden, z. B. angefaultem Fleisch-Agarnährboden, etwas Galle zusetzte, so entwickelten sich viel mehr Kolonien als ohne Zusatz von Galle.

Hirn-Agar erwies sich meistens als günstiger Nährboden (vgl. Versuche 9, 10, 25 und 26).

Als beste Nährböden für Fäcesbakterien erwiesen sich Leber-Agar und der mit Leber bereitete zusammengesetzte Nährboden Nr. 9.

Harn-Agar war für Fäcesbakterien ungünstig; die Zahl der Kolonien war auf demselben verhältnismäſsig wenig zahlreich (vgl. Versuch 20 und 21).

Angefaultes Fleisch-Agar erwies sich als ein ungünstiger Nährboden, ja wir haben auf demselben manchmal überhaupt kein Wachstum gefunden (vgl. Versuche 4, 5, 6, 8, 12 und 13).

Auf angefaultem Galle-Agar betrug die Zahl der Kolonien nur ca. $^1/_{10}$ derjenigen auf gewöhnlichem Agar (vgl. Versuch 5).

Auch angefaultes Gallenblase-Agar war ein ungünstiger Nährboden, auf dem zuweilen das Wachstum ebenfalls ganz ausblieb (vgl. Versuche 15, 16, 17, 20 und 21).

Angefaultes Pankreas-Agar war für Fäcesbakterien so ungünstig, dafs das Wachstum stets ausblieb, während, wie schon erwähnt wurde, nicht angefaultes Pankreas-Agar ein günstiger Nährboden war (vgl. Versuch 15, 16, 17, 20, 21, 23, 27 und 31).

Was den Einflufs der Reaktion des Nährbodens betrifft, so habe ich den Eindruck erhalten, dafs eine neutrale oder selbst schwach sauere Reaktion für die Fäcesbakterien im allgemeinen günstiger ist als eine alkalische (vgl. Vers. 26, 31 u. 32).

Im Nachstehenden folgt eine Anzahl von Versuchen, welche ermitteln sollten, ob unter den entwicklungsfähigen Darmbakterien widerstandsfähige Dauerformen in erheblicherer Anzahl vorhanden seien. Wie die Tabellen ohne weiteres ersichtlich machen, scheint das im allgemeinen nicht der Fall zu sein.

Versuch 37. (Kotprobe, 10 Minuten auf 74—76° C. erhitzt.)

Nährböden	Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg			
	aërob bei 37° C.		anaërob bei 37° C.	
	Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt	Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt
Gewöhnliches Agar . . .	694 083	619	843 075	193
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. 7 Tage lang gefault) . .	—	378	—	173
Angef. Erbsen-Agar (b. 37° C. 7 Tage lang gefault) . .	—	798	—	143

Versuch 38. (Kotprobe, 10 Minuten auf 79—81° C. erhitzt.)

Nährböden	Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg			
	aërob bei 37° C.		anaërob bei 37° C.	
	Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt	Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt
Gewöhnliches Agar . . .	520 506	84	682 050	397
Angef. Reis-Agar (b. 37° C. 7 Tg. gefault) Platte a	—	271	—	448
Angef. Reis-Agar (b. 37° C. 7 Tg. gefault) » b	—	281	—	426
Angef. Erbsen-Agar (b. 37° C. 7 Tage gefault)	—	227	—	526
Angef. Fleisch-Agar (b. 20° C. 9 Tage gefault) . . .	—	54	—	15

Versuch 39. (Kotprobe, 20 Minuten auf 79—81° C. erhitzt.)

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg			
		aërob bei 20° C.		anaërob bei 20° C.	
		Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt	Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt
Gewöhnliches Agar . . .		38 268	7	27 333	5
Gewöhnliche Gelatine	Platte a	—	20	—	5
	» b	—	14	—	0
Reis-Agar	Platte a	—	0	—	0
	» b	—	0	—	0
Darmschleimhaut-Agar	Platte a	—	11	—	2
	» b	—	0	—	2

Versuch 40. (Kotprobe, 10 Minuten auf 84—86° C. erhitzt.)

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg			
		aërob bei 37° C.		anaërob bei 37° C.	
		Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt	Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt
Gewöhnliches Agar	Platte a	1 817 700	448	2 090 281	Platte verunglückt
	» b	—	382	—	
	» c	—	314	—	
Angef. Fleisch-Agar (b. 20° C. 9 Tage gefault)		—	130	—	31
Angef. Reis-Agar (b. 37° C. 7 Tg. gefault)	Platte a	—	187	—	65
	» b	—	236	—	55
Angef. Erbsen-Agar (b. 37° C. 7 Tg. gefault)	Platte a	—	293	—	435
	» b	—	407	—	736

Versuch 41. (Kotprobe, 10 Minuten auf 89—91° C. erhitzt.)

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg			
		aërob bei 37° C.		anaërob bei 37° C.	
		Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt	Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt
Gewöhnliches Agar . . .		1 522 050	2 167	1 871 440	3 665
Angef. Fleisch-Agar (b. 20° C. 9 Tage gefault)		—	697	—	16
Angef. Erbsen-Agar (b. 37° C. 7 Tg. gefault)	Platte a	—	2 177	—	1 288
	» b	—	2 227	—	2 936
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault)		—	2 005	—	1 620

Versuch 42. (Kotprobe, 10 Minuten auf 98° C. erhitzt.)

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg, aërob bei 37° C. Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt
Gewöhnliches Agar	Platte a	7 460 750	0
	» b	—	0
Darmschleimhaut-Agar	Platte a	—	0
	» b	—	0
Reis-Agar	Platte a	—	0
	» b	—	0

Versuch 43. (Kotprobe, 10 Minuten auf 99,5° C. erhitzt.)

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg, aërob bei 37° C. Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt
Gewöhnliches Agar	Platte a	245 025	11
	» b	—	7
Angef. Fleisch-Agar (bei 20° C. 9 Tage gefault)	Platte a	—	1
	» b	—	0
	» c	—	0
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. 7 Tage lang gefault)	Platte a	—	4
	» b	—	12
	» c	—	5
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault)	Platte a	—	10
	» b	—	10
	» c	—	9

Versuch 44. (Kotprobe, 30 Minuten auf 99,5° C. erhitzt.)

Nährböden		Anzahl der Kolonien pro ca. 1 mg, aërob bei 37° C. Kontrolle (nicht erhitzt)	erhitzt
Gewöhnliches Agar	Platte a	379 325	0
	» b	—	0
Angef. Fleisch-Agar (bei 20° C. 9 Tage gefault)	Platte a	—	1
	» b	—	0
Angef. Reis-Agar (bei 37° C. 7 Tage gefault)	Platte a	—	1
	» b	—	0
Angef. Erbsen-Agar (bei 37° C. 7 Tage lang gefault)	Platte a	—	4
	» b	—	4
	» c	—	3

Es schien nicht ohne Interesse zu sein, auch das quantitative Verhalten der Bakterien in aufbewahrten Kotproben zu verfolgen. Zu diesem Zwecke wurde je eine Probe des frisch entleerten Kotes in sterile Doppelschalen gebracht, und ein Schalenpaar in Zimmertemperatur, das andere in Bruttemperatur bei 36 ° C. (ohne besonderen Schutz gegen Eintrocknen) aufbewahrt. Wie die Tabellen zeigen, findet in dem aufbewahrten Kot zunächst eine erhebliche Abnahme der Bakterienzahl statt und zwar schneller bei 37 ° C. als bei 20 ° C. Nachträglich tritt dann aber eventuell wieder eine erhebliche Zunahme ein, an der aber nur einzelne Bakterienarten sich beteiligen. Diese Zunahme tritt weniger hervor bei dem im Brutofen aufbewahrten und infolgedessen stärker eintrocknenden Kot.

Versuch 45.

Datum	Nährböden		Anzahl d. bei 37° C. gewachsenen Kolonien pro ca. 1 mg	
			bei 20° C. aufbewahrte Kotprobe	bei 37° C. aufbewahrte Kotprobe
18. VII. (Frisch entleerter Kot)	Gewöhnliches Agar	Platte a	599 760	317 520
		» b	388 080	keine Platte gegossen
		» c	282 240	
	Glycerin-Agar	Platte a	599 760	246 960
		» b	529 200	176 400
20. VII.	Glycerin-Agar	Platte a	72 765	19 845
		» b	48 510	19 845
		» c	24 255	19 845
21. VII.	Glycerin-Agar	Platte a	24 255	0
		» b	72 765	0
		» c	97 020	0
22. VII.	Glycerin-Agar	Platte a	308 700	0
		» b	330 750	0
23. VII.	Glycerin-Agar	Platte a	24 239 250	13 950
		» b	25 697 250	37 170
24. VII.	Gewöhnliches Agar	Platte a	30 375 000	122 170
		» b	34 263 000	134 520
27. VII.	Glycerin-Agar	Platte a	102 847 500	83 160
		» b	102 847 500	71 820
1. VIII.	Glycerin-Agar		13 608 000	15 950

Versuch 46.

Datum	Nährböden		Anzahl d. bei 37° C. gewachsenen Kolonien pro ca. 1 mg	
			bei 20° C. aufbewahrte Kotprobe	bei 37° C. aufbewahrte Kotprobe
22. VII. (Frisch entleerter Kot)	Glycerin-Agar	Platte a	198 450	198 450
		» b	keine Platte gegoss.	178 605
23. VII.	Glycerin-Agar	Platte a	404 999	139 645
		» b	372 063	131 796
24. VII.	Gewöhnliches Agar	Platte a	297 675	118 400
		» b	202 020	106 890
27. VII.	Glycerin-Agar	Platte a	65 100	2 100
		» b	60 900	2 100
		» c	keine Platte gegoss.	2 100
1. VIII.	Glycerin-Agar	Platte a	1 640 250	keine Platte gegossen
		» b	1 752 600	
3. VIII.	Glycerin-Agar	Platte a	15 695 000	keine Platte gegossen
		» b	19 642 500	

Versuch 47.

Datum	Nährböden		Anzahl d. bei 37° C. gewachsenen Kolonien pro ca. 1 mg	
			bei 20° C. aufbewahrte Kotprobe	bei 37° C. aufbewahrte Kotprobe
26. VII. (Frisch entleerter Kot)	Gewöhnliches Agar	Platte a	186 340	48 400
		» b	146 410	12 100
		» c	106 480	keine Platte gegossen
		» d	93 170	
27. VII.	Glycerin-Agar	Platte a	12 100	0
		» b	12 100	0
1. VIII	Gewöhnliches Agar	Platte a	15 035 625	0
		» b	15 593 875	0

Versuch 48.

Datum	Nährböden		Anzahl d. bei 37° C. gewachsenen Kolonien pro ca. 1 mg	
			bei 20° C. aufbewahrte Kotprobe	bei 37° C. aufbewahrte Kotprobe
31. VIII.	Gewöhnliches Agar	. . . .	58 630	52 920
(Frisch entleerter Kot)	Leber-Agar	Platte a	79 950	43 470
		» b	42 640	keine Platte gegoss.

Fortsetzung zu Versuch 48.

Datum	Nährböden		Anzahl d. bei 37° C. gewachsenen Kolonien pro ca. 1 mg	
			bei 20° C. aufbewahrte Kotprobe	bei 37° C. aufbewahrte Kotprobe
1. IX.	Gewöhnliches Agar	. . . .	31 500	keine Platte gegoss
	Leber-Agar	Platte a	31 500	111 300
		» b	33 600	102 900
2. IX.	Gewöhnliches Agar	. . . .	45 360	0
3. IX.	Leber-Agar	Platte a	67 200	5 085
		» b	Platte verunglückt	3 990
4. IX.	Leber-Agar	Platte a	55 660	3 960
		» b	54 150	0
5. IX.	Gewöhnliches Agar	Platte a	16 445	605
		» b	15 180	605
6. IX.	Gewöhnliches Agar	Platte a	185 460	906
		» b	189 420	1 208
7. IX.	Glycerin-Agar	Platte a	1 002 540	5 050
		» b	1 457 280	6 600
8. IX.	Gewöhnliches Agar	Platte a	5 762 020	450
		» b	6 146 855	315
9. IX.	Glycerin-Agar	Platte a	17 538 758	286
		» b	46 395 485	260

III. Die im menschlichen Kot gefundenen Arten von Mikroorganismen.

Escherich[1]) hat gefunden, dafs, sobald kleinen Kindern die Milchnahrung entzogen und andere Kost verabreicht wurde, sich die Arten der Darmbakterien erheblich änderten: manche Arten verschwanden ganz und neue traten auf. Im Milch- und Mekoniumkote fand er 19 verschiedene Mikroorganismen.

Macfadyen, Nencki und Sieber[2]) fanden im Dünndarm nach Erbsen- und Fleischkost sieben Arten von Mikroorganismen. Nothnagel[3]) beschrieb als Bakterien des Darmes 25 Arten von Mikroorganismen.

1) Escherich, Die Darmbakterien des Säuglings etc., 1886.

2) Macfadyen, Nencki und Sieber, Archiv f. experimentelle Pathologie u. Pharmakologie, Bd. 28, S. 328.

3) Nothnagel, s. seine Pathologie und Therapie.

Bei der Untersuchung von 48 Kotproben (mittels 1319 Platten-Kulturen) sind von mir folgende 44 Arten von Mikroorganismen gefunden und durch Untersuchung in Reinkultur identifiziert worden. Selbstverständlich kann ich nicht mit Sicherheit ausschliefsen, dafs gelegentlich ein Luftkeim mir als aus dem Kot stammend imponiert hat, obwohl ich nach Möglichkeit derartige Luftverunreinigungen meiner Kulturen zu vermeiden gesucht habe.

1. Bakterium coli commune (regelmäfsig); 2. ein Milch nicht coagulierender Colonbacillus (in 1 Probe); 3. ein dem Bacillus coli ähnlicher, aber nicht pathogener, weder Gas noch Indol bildender Bacillus (in 1 Probe); 4. Bacillus subtilis (häufig); 5. Bacillus mesentericus vulgatus (fast regelmäfsig); 6. Bacillus mesentericus fuscus (in 3 Proben); 7. Bacillus mesentericus ruber (in 5 Proben); 8. Bacillus mycoides (in 1 Probe); 9. Bacillus mycoides roseus? (in 4 Proben); 10. Bacillus aërophilus (in 21 Proben); 11. Bacillus implexus (in 3 Proben); 12. Bacillus ruber berolinensis[1]) (in 1 Probe); 13. Bakterium latericium (in 1 Probe); 14. Bakterium helvolum (in 4 Proben); 15. Bacillus bruneus Adametz und Wichmann[2]) (in 1 Probe); 16. Bakterium bruneum Schröder[3]) (in 2 Proben); 17. Bacillus proteus vulgaris (in 2 Proben); 18. Bacillus proteus Zopfii (in 1 Probe); 19. Bakterium limbatum acidi lactici (in 1 Probe); 20. Bacillus aquatilis sulcatus IV. (in 23 Proben); 21. Bacillus fluorescens liquefaciens (in 8 Proben); 22. Bacillus fluorescens non liquefaciens (in 6 Proben); 23. Bacillus devorans Zimmermann?[4]) (in 1 Probe); 24. Bacillus lacteus (in 1 Probe); 25. Bacillus tenuis citreus (in 1 Probe); 26. Mikrokokkus roseus (in 1 Probe); 27. Mikrokokkus luteus (in 32 Proben); 28. Mikrokokkus auran-

---

1) Bac. ruber berolinensis, s. Fränkels Grundr. d. Bakterienkunde, IV. Aufl., S. 252.

2) Bac. brunneus, s. Eisenbergs Bakteriol. Diagnostik, 1891, Nr. 115.

3) Bakterium bruneum Schröter ist nach Lehmann der Gramschen Färbung zugänglich, während es sich bei unseren Untersuchungen immer entfärbte.

4) Bacillus devorans hat nach Zimmermann sehr lebhafte Eigenbewegung, während dieselbe meinem Bacillus fehlte. Er wuchs in Milch, ohne sie zu coagulieren, und in Traubenzucker-Bouillon ohne Gasbildung.

tiacus (in 25 Proben); 29. Mikrokokkus rosettaceus (in 1 Probe); 30. Mikrokokkus flavus liquefaciens (in 1 Probe); 31. Mikrokokkus concentricus (in 1 Probe); 32. Mikrokokkus coronatus (in 2 Proben); 33. Staphylokokkus pyogenes albus? (in 9 Proben); 34. Staphylokokkus pyogenes citreus? (in 5 Proben); 35. Staphylokokkus pyogenes aureus? (in 19 Proben); 36. Streptokokkus pyogenes Rosenbach? (in 13 Proben); 37. Sarcina aurantiaca Lindner (in 5 Proben); 38. Sarcina lutea (in 6 Proben); 39. Weifse Hefe (in 2 Proben); 40. Rosa Hefe (in 2 Proben); 41. Pathogene Kapselhefe (in 1 Probe); 42. Oidium lactis (in 4 Proben); 43. Penicillium glaucum (in 13 Proben); 44. Mucor mucedo (in 2 Proben).

Der dem Streptokokkus pyogenes durchaus ähnliche Kokkus Nr. 36 und der Bacillus aquatilis sulcatus IV Nr. 20 entwickelten in den aufbewahrten Kotproben nach 5—7 Tagen als letzte Bakterien, während die meisten anderen Bakterien schon zu Grunde gegangen waren. (Vergl. Versuch 45—48.)

Es würde zu weit führen, sämtliche bei der Untersuchung der im Kote gefundenen Bakterienarten von mir gemachten Befunde hier mitzuteilen; ich werde mich vielmehr auf die Besprechung der bezüglich einzelner Arten gemachten Beobachtungen beschränken.

Bakterium coli commune.

1. Morphologie. Das Bact. coli com. hat bekanntlich keine Neigung zur Bildung von langen Fäden, während das Gegenteil beim Typhusbacillus der Fall ist. Ich habe in 8 bis 14 Tagen alter neutralisierter oder nichtneutralisierter Peptonbouillon sehr lange Fäden beim Bact. coli com. gesehen, welche meist aus 4 bis 10, zuweilen aus mehr als 30 Gliedern bestanden. In 10proz. Gelatine wurde dagegen niemals Fadenbildung von mir beobachtet. Ich fand in 8 und mehr Tage alten Bouillonkulturen ziemlich oft an echte Verzweigungen erinnernde Formen mit ziemlich lebhafter Eigenbewegung.

2. Eigenbewegung. Die von mir untersuchten Coli-Stämme hatten in der Regel in 16 bis 24 Stunden alten Kulturen sehr lebhafte Eigenbewegungen wie Typhusbacillen, bei längerer Aufbewahrung der Kulturen aber nahm die Beweglichkeit mehr und mehr ab, bis sie schliefslich ganz aufhörte. Die langen Fäden zeigen auch oft schwache Eigenbewegungen.

Ich habe über 200 auf Kotplatten gewachsene Kolonien von Bact. coli com. untersucht, die Bacillen aber nur ausnahmsweise ganz unbeweglich gefunden; nachdem diese scheinbar der Eigenbewegung entbehrenden Stämme drei- bis siebenmal auf andere neue Nährböden übertragen waren, haben auch sie lebhafte Eigenbewegung gezeigt.

Je nach der Art des Nährbodens und der Temperatur ist die Beweglichkeit verschieden. In Bouillonkultur erhält sich die Eigenbewegung in der Regel viel länger (meist 20 Tage lang) als auf Agar und Gelatine. Bei 35 bis 38° C hörte die Eigenbewegung schon nach 2 bis 4 Tagen, bei 39 bis 41° C nach 24 bis 48 Stunden auf, während sie bei Zimmertemperatur unter sonst gleichen Verhältnissen noch nach 15 bis 20 Tagen nachweisbar war.

Terni[1]) fand, dafs die Eigenbewegung des Bact. coli com. in schwäch sauren Nährflüssigkeiten (z. B. in nicht neutralisierter Fleischbrühe) ganz fehlt; ich habe aber auch in saurer Fleischbrühe und in nicht neutralisierter Peptonbouillon ohne oder mit dem Zusatz von geringen Mengen der Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure oder Essigsäure nach 14 bis 20 Tagen, ja ausnahmsweise noch nach 42 Tagen, lebhafte Eigenbewegung beobachtet.

3. Häutchenbildung auf der Oberfläche der Bouillon. Bei Brüttemperatur bildet Bact. coli com. weit schneller Häutchen als bei Zimmertemperatur, bei welcher dieselben erst nach 8 bis 14 Tagen entstehen.

4. Einflufs des Nährbodens. Bact. coli com. entwickelt sich am besten auf Leber-Agar, auf welchem die Kolonien bald einen Durchmesser von 8 mm erreichen, während unter sonst gleichen Umständen auf gewöhnlichem Nähr-Agar und Pankreas-Agar nur 7 mm, auf Hirn-Agar 5 mm, auf Darmschleimhaut-Agar und Fäces-Agar 3 bis 4 mm Durchmesser zeigen.

5. Milchgerinnung. Milch wird durch das Bact. coli com. bei 20° C. nach 4 bis 8 Tagen, bei 37° C. nach 18 bis 48 Stunden unter starker Säurebildung zur Gerinnung gebracht. Ich habe aber auch einen die Milch nicht coagulierenden, in allen anderen Eigenschaften aber mit dem Bact. coli com. übereinstimmenden Bacillus gefunden.

6. Indolbildung. Wie Lembke[2]) beobachtet hat, ist die Indolbildung durch Bact. coli com. keine konstante und gleichmäfsige. Die von mir gefundenen Resultate sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Nährböden	Alter der bei 20° C. gehaltenen Kulturen	Anzahl d. Untersuchung.	Indolreaktion
Neutralisierte Peptonbouillon	1 Tag	41	12 mal negativ 7 mal unsicher 6 mal angedeutet 16 mal schwach

1) Terni, s. Parasitologie von Weichselbaum, 1898, S. 173.

2) Lembke, Beitrag zur Bakterienflora des Darmes. Archiv f. Hygiene, Bd. 26, S. 293.

Nährböden	Alter der bei 20° C. gehaltenen Kulturen	Anzahl d. Untersuchung.	Indolreaktion
Neutralisierte Peptonbouillon	2 Tage	20	1 mal negativ 4 mal unsicher 1 mal angedeutet 10 mal schwach 4 mal deutlich
	4 Tage	25	7 mal angedeutet 11 mal schwach 4 mal deutlich 4 mal stark
	42 Tage	13	1 mal negativ 3 mal deutlich 9 mal stark
Nicht neutralisiertes Fleischwasser	42 Tage	7	7 mal negativ
Peptonbouillon mit wenig verschiedener Säure (Reaktion: deutlich sauer)	42 Tage	30	2 mal negativ 2 mal angedeutet 3 mal schwach 10 mal deutlich 13 mal stark

7. Gasbildung. Dieselbe war der Quantität nach ebenfalls in den einzelnen Versuchen sehr verschieden. In 1 proz. Traubenzuckerbouillon war sie unter 35 Fällen in 20 Fällen eine starke, in 12 Fällen eine mittelstarke, in 3 Fällen nur eine überaus geringe.

In reinem Peptonwasser und reinem Kartoffeldekokt habe ich keine Gasbildung beobachtet. In Zwiebeldekokt ohne Zuckerzusatz fand ich üppige Gasbildung wie in Traubenzuckerbouillon.

Bacillus fluorescens liquefaciens und Bacillus pyocyaneus.

Auf den gebräuchlichen Nährböden vermag ich diese beiden Bakterienarten nicht zu unterscheiden. Nach Lehmann[1]) bestehen Unterschiede bei der Gramschen Färbung und in Milchkultur; ich kann ihm hierin aber nicht beistimmen, wie ich bereits im Archiv für Hygiene, Band 36, angegeben habe Meine neueren Untersuchungen haben mich in meiner Ansicht nur bestärkt.

Bacillus pyocyaneus bildet manchmal dunklere Farbstoffe als Bacillus fluorescens liquefaciens. Auf Reisbrei, Reis-Agar, Reis-Gelatine und Erbsen-Agar produziert Bacillus pyocyaneus üppig Pigment, während Bacillus fluorescens liquefaciens, sowie Bacillus fluorescens non liquefaciens und Bacillus cyaneus nur Spuren oder gar keinen Farbstoff bilden Überträgt man den Bacillus fluorescens liquefaciens etc. von Reisnährböden zurück auf die gebräuchlichen Nährböden, so stellt sich die Pigmentbildung wieder ein.

1) Lehmann, s. sein Grundrifs der Bakteriologie.

Auf manchen Nährböden bildet auch der Bacillus pyocyaneus trotz guten Wachstums keinen oder nur sehr spärlichen Farbstoff, so auf Harn-, angefaultem Milch- und angefaultem Pankreas-Agar, sowie in Harn. Wenn man ihn aber auf gewöhnliche Nährböden zurückbringt, dann bildet sich auch hier wieder das Pigment reichlich.

Bacillus mycoides roseus?

Mikroskopisches Aussehen: Ziemlich grofse Stäbchen mit abgerundeten Enden, oft zu langen Stäbchenketten verbunden.

Sporen: Bildet ovale Sporen in der Mitte des Stäbchens.

Eigenbewegung: Sehr lebhaft bei den kurzen Formen.

Färbbarkeit: Nach Gram färbbar.

Ansprüche an Nährböden und Temperatur: Gedeiht auf den verschiedensten Nährböden bei Zimmertemperatur. Das Wachstum erfolgt sehr rasch. Bei 37° C. wächst er viel schneller als bei Zimmertemperatur.

Gelatineplatte, Gelatinestich, Agarplatte, Agarstich, Agarstrich und Bouillonkultur: Wie bei dem Bacillus anthracis. Auf Agarstrichkultur tritt Bildung von rotem Farbstoff ganz selten ein.

Milch: Bei 37° C. nach 4 bis 6 Tagen peptonisiert. Nach $1^1/_2$ Monaten tritt eisenrostartige Verfärbung ein.

Kartoffelkultur: Schmutzigweifser bis grauweifser Belag mit wellig ausgebuchtetem Rand, etwas erhaben, bei 37° C. trocken, matt, niemals glänzend, bei 20° C. saftigglänzend (was aber später verschwindet), ziemlich ausgebreitet; der Belag verfärbt sich bald rosa, bei längerem Stehen sieht er wie mit Mehl bestäubt aus.

In Bouillon wird in 3—4 Tagen kein Indol, in Zuckerbouillon kein Gas gebildet.

Pathogenität: Für Mäuse und Meerschweinchen nicht pathogen.

Nach Scholl[1]) bildet Bacillus mycoïdes roseus auf Agar und Gelatinenährböden roten Farbstoff und ist unbeweglich, während mein Bacillus lebhafte Eigenbewegung hat und nur auf Kartoffeln oder ganz selten auf Agar roten Farbstoff bildet.

Er steht zwischen dem Bacillus mesentericus ruber und Bacillus mycoïdes roseus Scholl.

Bacillus lacteus.

Mikroskopisches Aussehen: Kurzes Stäbchen mit Bact. coli commune, manchmal zu zwei oder vier Gliedern verbunden.

Sporen: Nicht nachweisbar.

Eigenbewegung: Fehlt.

Färbbarkeit: Nach Gram nicht gut oder gar nicht färbbar.

Ansprüche an Temperatur und Nährboden: Gedeiht auf den verschiedensten Nährböden bei 20° und 37° C.

Gelatineplatte: Nach einem Tag weifse kleine Kolonien, die bei schwacher Vergröfserung gelblich, rundlich und grobgekörnt erscheinen. Verflüssigt die Gelatine allmählich.

1) Scholl, Fortschritte der Medizin 1889, S. 46.

Gelatinestich: Anfangs ähnlich demjenigen des Bact. coli commune. Nach 4 Tagen verfärbt die Auflagerung sich gelblich bis citronengelb. Nach 10 bis 14 Tagen verflüssigt die Gelatine sich langsam tellerförmig mit citronengelbem Bodensatz und hellgelber Decke und klarem Inhalt der Verflüssigungszone.

Agarplatte: Nach 2 Tagen bei Zimmertemperatur weifsliche, kleine tropfenartige Kolonien von 0,4 bis 0,8 mm Durchmesser, später milchweifse tropfenartige Kolonien, die bei schwacher Vergröfserung rundlich, gelb bis dunkelgelb erscheinen, in der Mitte ein ziemlich grofses Körnchen, nach aufsen hellgelbe mittelgrofse Körnchen und einen hellgelben Rand zeigen. Die tiefliegenden Kolonien erscheinen nur als kleine Pünktchen, bei schwacher Vergröfserung als gelbliche Kolonien mit verschiedenen Formen.

Agarstrich: Nach 2 Tagen milchweifser, bald ziemlich dichter, bald dünner matt glänzender Belag mit unregelmäfsigem Rand. Kondenswasser ist klar mit weifsem Bodensatz.

Blutserumstrich: Dünner, weifser, nicht glänzender Belag. Blutserum verflüssigt sich nicht. Kondenswasser ist klar mit weifsem Bodensatz.

Bouillon: Bei Zimmertemperatur starke Trübung nach einem Tag mit weifslichem Bodensatz.

Milch: Bei 37° C nach 2 Tagen fest coakuliert, auch nach einem Monat nicht verflüssigt. Bei Zimmertemperatur coaguliert die Milch erst nach Ablauf von mehreren Tagen.

Kartoffeln: Milchweifser, etwas saftiger, nicht glänzender, gewöhnlich auf den Strich beschränkter, etwas erhabener Belag.

In Bouillon wird kein Indol, in Zucker-Agar kein Gas gebildet.

Pathogenität: Für Mäuse und Meerschweinchen nicht pathogen.

Bacillus tenuis citreus.

Mikroskopisches Aussehen: Dem Tuberkelbacillus ähnliches, ziemlich langes, feines Stäbchen, meist einzeln, selten zu zweien verbunden.

Sporen: Nicht nachweisbar.

Eigenbewegung: Fehlt.

Färbbarkeit: Nach Gram färbbar.

Ansprüche an Nährboden und Temperatur: Wächst auf den verschiedensten Nährböden bei 20° C. und 37° C. ziemlich langsam.

Gelatineplatte: Nach 3 Tagen gelbliche weifse Pünktchen; nach 5 bis 6 Tagen verflüssigt die Gelatine sich etwas; die rundlichen Kolonien werden höchstens 1,5 mm im Durchmesser grofs.

Bei schwacher Vergröfserung erscheinen die Kolonien nach 3 Tagen rundlich, gelb mit grofsen Körnchen und zackigem Rand. Nach 5 bis 6 Tagen rund, goldgelb und zeigen in der Mitte ein goldgelbliches maulbeerförmiges grofses Körnchen. Die übrigen Körnchen werden nach dem Rand zu kleiner.

Gelatinestich: Anfangs gelblichweifs, fadenartig. Die Auflagerung ist citronengelb, saftig glänzend. Nach 3 bis 4 Tagen verflüssigt die Gelatine sich allmählich tellerförmig mit gelbem Bodensatz und hellgelber Decke. Inhalt der Verflüssigungszone ist feinkörnig getrübt.

Agarplatte: Bei Zimmertemperatur nach 2 Tagen dünne, runde, graulichweifse Kolonien von 1 mm Durchmesser; bei schwacher Vergröfserung goldgelbe, runde, eiförmige oder linsenförmige Kolonien mit scharfem Rande.

Agarstrich: Nach 1 Tage bei Zimmertemperatur dünne, kleine, grauweifse Tröpfchen, nach 7 Tagen dünner, gelblichweifser, saftigglänzender, auf die Impfstelle beschränkt bleibender Belag. Das Kondenswasser ist klar mit gelbem Bodensatz.

Blutserumstrich: Nach 4 Tagen schwefelig citronengelber, saftiger, glänzender Belag. Das Blutserum verflüssigt sich nicht. Das Kondenswasser ist klar mit gelblichem Bodensatz.

Milch: Ziemlich langsam coaguliert, nach 2 Monaten noch fest. Saure Reaktion.

Bouillon: Nach 2 Tagen schwach getrübt mit gelblichweifsem Bodensatz, ohne Häutchen. In Gärungskölbchen trübt sich nur der offene Schenkel, der geschlossene Schenkel bleibt klar.

Kartoffel: Nach 1 bis 2 Tagen üppige grünlichgelbe, saftige, etwas dünne Auflagerung. Nach 10 bis 15 Tagen verfärbt die Kartoffel sich bräunlich.

In Bouillon wird kein Indol, in Traubenzucker-Agar kein Gas gebildet.

Pathogenität: Für Meerschweinchen und Mäuse nicht pathogen.

Ein dem Bakterium coli commune ähnlicher Bacillus.

Mikroskopisches Aussehen: Einzelne kurze Stäbchen mit abgerundeten Enden (wie Bact. coli com.). Im Kondenswasser und in Bouillon bilden sie lange Ketten, aus Kugeln oder ovalen Bacillen bestehend, ähnlich dem Pestbacillus.

Eigenbewegung und Färbbarkeit: Keine Eigenbewegung, nach Gram nicht färbbar.

Ansprüche an Temperatur und Nährboden: Wächst rasch und üppig bei 20° und 37° C. auf allen Nährböden, jedoch bei Zimmertemperatur etwas besser als bei 37° C.

Gelatineplatte, Gelatinestich, Agarstrich und Bouillonkultur: Wie Bact. coli com.

Milch: Nicht coaguliert, Reaktion mäfsig sauer.

Kartoffel: Anfangs undeutlich, später dünne, graulichweifse, saftige Auflagerung.

Bildet in Bouillon weder Indol noch H_2S, in Traubenzuckerbouillon kein Gas.

Pathogenität: Für Meerschweinchen nicht pathogen.

Pathogene Kapselhefe.

Mikroskopisches Aussehen: Ziemlich grofse elliptische Zellen von sehr wechselnder Dimension. Während die jüngeren kleineren Formen sich intensiv färben und scharfe Konturen zeigen, finden sich auch gröfsere, im Degenerationszustand befindliche Exemplare, welche die Färbung nur schlecht annehmen und einen grofsen hellen, ungefärbten Hof erkennen lassen.

Eigenbewegung: Fehlt stets.

Färbbarkeit: Mit Anilinfarbstoff und nach Gram.

Ansprüche an Temperatur und Nährboden: Wächst ziemlich langsam, am besten bei Zimmertemperatur auf Agar und Kartoffeln.

Gelatineplatte: Nach 5 Tagen 0,5 mm grofse, weifse, tropfenförmige, saftig glänzende Kolonien. Bei schwacher Vergröfserung erscheinen sie rund und scharfkantig mit gelblichen grofsen Körnchen, später schwärzlich.

Gelatinestich: Nach 2 Tagen auf der Oberfläche und im Stichkanal weifsliche, sehr kleine Kolonien; nach 10 Tagen tritt im Stichkanal Verflüssigung mit schneller Verdunstung der verflüssigten Gelatine ein. Trichterinhalt getrübt mit graulichweifsem Bodensatz.

Agarplatte: Nach 4 Tagen bei 20° C. 1 bis 2,5 mm grofse, weifse, runde, dicke, saftige, tropfenförmige Kolonien. Bei schwacher Vergröfserung erscheinen sie glattrandig, in der Mitte schwärzlich mit feiner Strichelung, peripher durchscheinend. Im Centrum der Kolonien ist ein ganz schwarzer undurchsichtiger Klumpen. Die tiefliegenden Kolonien sind rundlich, eiförmig, spindelförmig, herzförmig, speerförmig, glattrandig und undurchsichtig.

Agarstrich: Anfangs unsichtbar, nach 3 Tagen (bei Zimmertemperatur) bemerkt man erst kleine graulichweifse Kolonien, später sehr dicken graulichweifsen, saftig glänzenden Belag mit glattem Rand. Das Kondenswasser klar mit weifslichem Bodensatz.

Bouillon: Trübt sich erst nach 7 Tagen (bei 20° C.) schwach, dann in den oberen Schichten stärker mit weifslichem Bodensatz; keine Häutchenbildung.

Traubenzuckerbouillon im Gärungskolben: Der geschlossene Schenkel bleibt immer klar, während der offene Schenkel stark getrübt ist. Keine Gasbildung.

Milch: Nicht coaguliert; Reaktion schwach sauer.

Kartoffel: Nach 3 Tagen (bei 20° C.) kleine weifsliche, etwas dicke, trockene, glanzlose Auflagerung, welche allmählich in Form von Klümpchen sich verdickt. Nach 10 Tagen verfärbt sich die Kartoffel bräunlich; nach 15 Tagen sehr dicke, schmutziggraue, maulbeerförmige Auflagerung, die später geradezu schwarz wird. Säet man von dieser Kultur wieder aus, so entstehen wieder weifse Kolonien.

In Bouillon wird kein Indol, in Traubenzucker-Agar kein Gas gebildet.

Pathogenität:

Meerschweinchen I (380 g Körpergewicht) erhielt 0,4 ccm einer 16 Tage alten Bouillonkultur subcutan. 3 Tage nach Infektion stirbt das Tier.

Sektion: Alle Organe makroskopisch unverändert; in allen Organen aber die Hefe nachweisbar.

Meerschweinchen II (580 g Körpergewicht) erhielt subcutan 0,3 ccm einer Aufschwemmung von einer Öse Agarkultur (ca. 25 Tage alt bei Zimmertemperatur) in 10 ccm sterilisiertem Wasser. 11 Tage nach der Infektion stirbt das Tier.

Sektion: Leber dunkel, bläulichbraun, etwas vergröfsert; sonst Organe anscheinend normal. Im Blut und allen Organen die Hefen nachweisbar.

Eine weifse Maus erhielt 0,1 ccm einer ca. 10 Tage alten Bouillonkultur subcutan. 20 Tage nach der Infektion ziemlich schwer krank, aber mit der Zeit wieder gesundend.

Die Hauptergebnisse meiner Untersuchungen können folgendermafsen zusammengefafst werden:

1. Als günstigster fester Nährboden für die Bakterien der Fäces hat sich im allgemeinen ein mit Leberabkochung bereitetes Nähragar erwiesen.
2. Bei Züchtung unter Wasserstoff wachsen in der Regel erheblich mehr Bakterienkolonien aus den Fäces als bei Züchtung unter Luftzutritt.
3. Züchtung bei Brüttemperatur läfst in der Regel erheblich mehr Bakterienkolonien zur Entwicklung kommen als Züchtung bei Zimmertemperatur.
4. Neutrale oder schwach sauere Reaktion des Nährbodens scheint dem Wachstum der Fäcesbakterien im allgemeinen günstiger zu sein als alkalische Reaktion.
5. Die Zahl der entwicklungsfähigen Mikroorganismen ist in verschiedenen Kotproben aufserordentlich verschieden.
6. Die höchste Zahl der unter den günstigsten Bedingungen aus 1 mg Fäces gewachsenen Bakterienkolonien (ca. 18 Millionen) bleibt noch weit zurück hinter der Zahl der aus 1 mg einer Oberflächenkultur vom Bakterium coli commune gewachsenen Kolonien (ca. 700—1000 Millionen).
7. Die in den Fäces vorhandenen Bakterienarten kommen offenbar durchaus nicht alle in unseren Kulturen zur Entwicklung. Immerhin habe ich aus 48 Kotproben 44 Arten von Mikroorganismen isolieren können.
8. Widerstandsfähige Dauerformen von Mikroorganismen sind in den Fäces nur in verhältnismäfsig sehr geringer Zahl vorhanden.
9. In aufbewahrten Kotproben findet im allgemeinen zunächst eine Abnahme der entwicklungsfähigen Bakterien, dann aber wieder eine auf wenige Arten beschränkte Zunahme statt.

Studien über „Schulkopfweh“.

Von

Professor Dr. **Axel Holst,**

Christiania.

Nachdem ich Ende 1898 als Arzt der Cathedralschule zu Christiania angestellt wurde, habe ich versucht, die Ursachen verschiedener krankhafter Zustände der Schüler festzustellen. Bevor ich einige der diesbezüglichen Ergebnisse bespreche, sei folgendes hervorgehoben:

Infolge der gewöhnlichen Auffassung wird die Gesundheit der Schüler durch den Schulgang in verschiedener Weise schädlich beeinflufst. Erstens mufs die Schule durch ihre Anhäufung von Kindern dazu beitragen, eine Reihe von infektiösen Krankheiten zu verbreiten. Dafs dies der Fall ist, wird durch so viele Thatsachen bewiesen, dafs mir eine nähere Auseinandersetzung überflüssig vorkommt. Demnächst — und dies ist eben der Gegenstand der folgenden Darstellung —, demnächst wird die Gesundheit der Schüler, zufolge der gewöhnlichen Auffassung, durch die von der Schule geforderten A r b e i t e n geschädigt.

Dafs dies der Fall ist, ist bezüglich der Kurzsichtigkeit sicher erwiesen, und werde ich von dieser im folgenden absehen. Es gibt aber auch andere, wenig wünschenswerte Zustände, die bei den Schulkindern auffallend häufig zu beobachten sind. So kann es nicht in Abrede gestellt werden, dafs sie auffallend häufig anämisch sind; aufserdem leiden sie oft an Nervosität und an häufigen Kopfschmerzen, wie man bei ihnen auch sehr oft Nasen-

blutungen beobachtet; auch leiden sie oft an Verkrümmungen der Wirbelsäule mit einer kyphotischen oder scoliotischen Haltung derselben. Wenn diese Zustände mit dem, nach der Meinung vieler, zu langen Stillsitzen und einer, wie dies so oft behauptet wird, zu intensiven Hirnarbeit zusammentreffen, und wenn sie mit den fehlerhaften Körperstellungen, die das Kind, wie jedermann sehen kann, beim Lesen oder Schreiben so oft einnimmt, zusammenfallen, liegt es unbestreitbar nahe, dieses Zusammentreffen als den Ausschlag einer Kausalitätswirkung aufzufassen.

Diese Anschauung hat sich um so leichter eingebürgert, als sie bekanntlich seitens der Ärzte kräftig gestützt worden ist. Indem ich davon absehe, die gewaltige einschlägige Litteratur selbst annähernd zu resumieren, möchte ich folgendes aus den skandinavischen Diskussionen und Untersuchungen hervorheben.

Anno 1866 wurde in der medizinischen Gesellschaft zu Christiania die Überanstrengung der Schüler der höheren Schulen Norwegens während einer Reihe Sitzungen von verschiedenen Ärzten sehr stark hervorgehoben. Es wurde hervorgehoben, dafs schon die damals existierende »Lateinschule-Ordnung« die Schüler überanstrenge; und wenn dem so sei, würde dies noch mehr bezüglich der eben zu der Zeit geplanten neuen »Mittelschule-Gymnasien-Ordnung« der Fall sein werden, indem dieselbe neben den alten auch einige neue Fächer einführte. Die Redner stützten sich teils auf eine Reihe — übrigens unvollständiger — Aufgaben über die Zeit, die durchschnittlich von den Schülern zur Hausarbeit verwendet wurde. Teils stützten sie sich auf ihre klinischen Beobachtungen von anämischen u. dergl. Schülern, deren Kränklichkeit sie durch überanstrengende Schularbeit veranlafst glaubten.

Es geht aus der norwegischen Litteratur hervor, dafs ähnliche Anschauungen damals auch von zahlreichen Pädagogen gehegt wurden. Später wurde auch eine entsprechende Auffassung in Dänemark und Schweden laut, und zwar im Anschlufs an ganz besonders ausgedehnte und schwerwiegende Untersuchungen.

In Dänemark war es der hochangesehene Schulhygieniker Dr. Axel Hertel, der anfangs der 80er Jahre diese Untersuchungen in sehr grofser Ausdehnung unternahm. Diese Untersuchungen wurden später in noch gröfserem Umfange von einer dänischen Schulkommission fortgesetzt.

In Schweden wurde das entsprechende Untersuchungsmaterial wenige Jahre später von einer Kommission zusammengestellt. Das eine Mitglied derselben war Axel Key, dessen Bearbeitung des Materiales auf dem internationalen medizinischen Kongresse zu Berlin 1890 ein bedeutendes Interesse erregte. Sowohl die dänischen wie die schwedischen Untersuchungen ergaben — neben anderen Resultaten, von denen ich hier absehe — in der Hauptsache:

1. dafs die durchschnittliche Arbeitszeit an den höheren Schulen und speciell die durchschnittliche Hausarbeit länger war als mit den Verordnungen der Hygiene vereinbar;
2. dafs die Zahl der an einer Reihe näher bezeichneten Krankheiten leidenden Schüler auffallend stark kurze Zeit nach dem Anfange des Schulganges zunahm. In diesen Krankheiten ist die Kurzsichtigkeit nicht mitgerechnet; dagegen umfassen sie Blutarmut, Nervosität, häufiges Kopfweh, häufiges Nasenbluten, Scoliose u. a.

Während z. B. zufolge Hertels Untersuchungen auf je 100 Schüler der untersten Klassen der Knabenschulen Kopenhagens ca. 18 Schüler kamen, die an der einen oder anderen der soeben genannten kränklichen Zuständen litten — eine Zahl, die in der nächsten Klasse unbedeutend (von 18,6 auf 18,3%) herabging — kamen in der dritten Klasse auf je 100 Schüler 34, die an der einen oder anderen dieser Krankheiten litten. Und was die Knabenschulen Schwedens betrifft, kamen auf je 100 Schüler der untersten Klasse ca. 17, in der zweiten aber ca. 36, die an Erkrankungen der hier besprochenen Art litten. Bezüglich dieser merkwürdigen Zunahme der Kränklichkeit unmittelbar nach dem Anfange des Schulganges sagt Hertel, dafs die Schule zufolge seiner Meinung nicht die einzige Ursache derselben ist, »dafs

sie aber unzweifelhaft diejenige Ursache ist, die die Hauptrolle spielt«. Diese Anschauung hat zufolge der Auffassung vieler eine wesentliche Stütze in den Ergebnissen erhalten, die kurze Zeit nachher aus den vom dänischen Pastor Malling-Hansen vorgenommenen Wägungen von Schuljungen hervorgingen. Neben vielem anderem, welches die hier besprochenen Fragen nicht direkt berührt, und an welchem ich daher an dieser Stelle vorübergehen mufs, fand nämlich dieser, dafs das Gewicht der Schulkinder während der ersten Sommermonate, d. h. gegen den Schlufs des Schuljahres, abnimmt, — ein Ergebnis, welches viele so gedeutet haben, dafs das Schuljahr die Kinder nach und nach abfällig machte. Dagegen fand er, dafs das Gewicht der Kinder während der Sommerferien zunimmt, — welches umgekehrt viele so gedeutet haben, dafs es das Aufhören der Schularbeit ist, das das Gewicht zum Steigen bringt.

Indessen sind diesen Schlufsfolgerungen gegenüber sehr ernste Einwände zu erheben. Um mit den Wägungen von Malling-Hansen anzufangen, ergibt eine genauere Untersuchung seiner Schriften, dafs zufolge seiner eigenen Untersuchungen das Gewicht der Schüler in der That nicht so viel während der Ferien zunimmt, wie während der ersten Zeit nach denselben, d. h. nachdem die Knaben wieder mit der Schularbeit angefangen haben, ein Ergebnis, welches man unstreitbar nicht erwartet haben sollte, wenn die oben erwähnte Deutung ihre Richtigkeit hat. Es darf daher auch nicht überraschen, dafs Malling-Hansen selbst die Ursachen dieser Schwankungen des Körpergewichtes an ganz anderer Stelle als im Schulgange sucht; er sucht sie dagegen in Faktoren, die die Sonnenwärme betreffen, und von denen ich hier absehen werde.

Was ferner die merkwürdige Zunahme der Kränklichkeit gleich nach dem Anfange des Schulganges betrifft, so stimmt dieselbe nicht mit dem Verhalten der Kurzsichtigkeit überein. Wenn man zugeben mufs, dafs diese Krankheit durch die Schularbeit hervorgerufen wird, kommt dies daher, dafs ihre Häufigkeit regelmäfsig von Klasse zu Klasse zunimmt, d. h. diese Zunahme entspricht eben der Zunahme der Schularbeit, während

dagegen die erwähnte Gesamtkränklichkeit an Anämie etc. plötzlich und sehr stark in den untersten Klassen, wo die Schüler eben am wenigsten zu thun haben, in die Höhe geht, um dagegen später verhältnismäſsig wenig zuzunehmen, oder sogar in einigen Klassen etwas abzunehmen.

So verhielt sich die Häufigkeit der hier erwähnten Kränklichkeit in den von Hertel untersuchten Vorbereitungs- und Lateinschulen Kopenhagens in folgender Weise: Unter den Schülern der ersten bis sechsten Vorbereitungsklasse fanden sich bezw. 18,6, 18,3, 34,0, 30,7, 33,6 und 33,5 % Kranke, und die entsprechenden Zahlen der ersten bis sechsten Lateinklasse waren bezw. 32,8, 41,9, 31,8, 28,3, 38,2 und 26,4 %.

Unter diesen Verhältnissen darf es nicht wundern, daſs Axel Key die Hauptursache der erwähnten Zunahme des Kränklichkeitsprozents an einer ganz anderen Stelle sucht als in der Schule. Zufolge der Ergebnisse der von der schwedischen Schulkommission vorgenommenen Wägungen und Messungen von Schulkindern nimmt er dagegen an, daſs die hauptsächlichste Ursache der Zunahme der Kränklichkeit darin zu suchen sei, daſs die Schüler eben in dem Alter, das den untersten Vorbereitungsklassen entspricht, in eine schwächliche Entwicklungsperiode hineintreten, eine Periode, die schon an und für sich dazu geeignet ist, verschiedene krankhafte Zustände hervorzurufen.

Aus diesen Erwägungen erhellt, daſs die besprochenen Untersuchungen trotz der vielen überaus interessanten Gesichtspunkte, die daraus hervorgegangen sind, und trotz der überaus umfassenden Arbeit, die in ihnen niedergelegt wurde, doch fortwährend die wichtigste Grundfrage ganz unberührt lassen, nämlich die Frage von der Ausdehnung, in welcher die Schularbeit die Gesundheit der Schüler schädigt.

Diese Frage ist meines Wissens auch in anderen Ländern nicht in überzeugender Weise beantwortet worden. Zwar hat die Schulkommission, die anfangs der 90er Jahre in Norwegen ernannt wurde, ebenfalls eine Massenuntersuchung vornehmen lassen, die u. a. etwas weniger wie 1000 Knaben verschiedener höherer Schulen des Landes umfaſste. Da diese Untersuchung

sich indessen u. a. darauf beschränkte, die Kränklichkeit weniger Klassen zu untersuchen (vierte bis sechste Mittel- und erste Gymnasialklasse, d. h. das Alter vom 12. bis 16. Jahre inkl.), können dieselben mit den oben besprochenen nicht verglichen werden, und es ist nicht recht klar, ob die Konklusion: dafs die Kränklichkeit norwegischer Schulen sich günstiger stelle als diejenige schwedischer und dänischer, ganz unstreitbar ist.

Und auf der anderen Seite: Wenn es trotz dieser Konklusion von den untersuchenden Ärzten ausgesprochen wird, dafs ganze 38 % der vorgefundenen krankhaften Zustände der Schularbeit zuzuschreiben seien, ist hierzu einzuwenden, dafs die Ärzte nichts über die Befunde angegeben haben, die sich als Stütze einer solchen Anschauung anführen lassen.

Wegen der Unsicherheit dieser verschiedenen Resultate und wegen der grofsen Bedeutung, die den Ursachen der Krankheiten der Schulkinder als Richtschnur der Wirksamkeit der Schulärzte beizumessen ist, habe ich mich dazu veranlafst gesehen, die Frage des schädlichen Einflusses der Schularbeit auf die Gesundheit der Schüler zu erneuter Prüfung aufzunehmen. Um diese Frage zu beantworten, habe ich davon abgesehen, Massenuntersuchungen, wie die oben erwähnten, vorzunehmen, indem dieselben eben bezüglich dieser Frage so zweifelhafte Resultate ergaben. Dagegen habe ich meine Untersuchungen auf die Schüler meiner eigenen Schule, d. h. der Cathedralschule Christianias beschränkt. Von diesen habe ich diejenigen ausgelesen, die an den oben besprochenen Zuständen litten; um aber die Aufgabe noch mehr zu beschränken, und dadurch die Möglichkeit, zu einem Resultate zu gelangen, zu erleichtern, habe ich unter diesen kränklichen Schülern besonders diejenigen genauer untersucht, die an häufigen Kopfschmerzen litten.

Erstens gehört nämlich dieses Leiden zu den am leichtesten konstatierbaren Übeln, indem es sich wegen der Schmerzen so unmittelbar der Aufmerksamkeit der Schüler und ihrer Eltern aufdrängt, und zweitens gehört das häufige Kopfweh zu den Leiden, denen, wenn sie bei Schulkindern vorkommen, zum Teil ein beinahe unbeschränktes Bürgerrecht als »Schulkrankheiten«

zugeteilt wird, indem viele das häufige Auftreten des Kopfwehs bei Schulkindern als eine direkte Wirkung der Hirnhyperämie auffassen, die von der Schule mittels der Hirnarbeit oder mittels einer nach vorn gebeugten Stellung während des Lesens und Schreibens hervorgerufen sein sollte; oder man faſst das Kopfweh als eine direkte Wirkung einer der Schularbeit zuzuschreibenden Anämie auf. Um so näher lag es eben, die Ursachen dieses Leidens zu untersuchen, als es, wenn man von der Kurzsichtigkeit absieht, die ohne Vergleich häufigste »Schulkrankheit« repräsentiert; so fand Hertel, daſs 19% der kränklichen Schüler der Vorbereitungsschulen und 25% derselben Schüler der Lateinschulen Kopenhagens an diesem Übel litten.

Häufiges Kopfweh

kam im Februar—März 1899, d. h. als die jetzt zu besprechenden Untersuchungen angefangen wurden, bei 55, d. h. ca. $12^1/_2$% der untersuchten 432 Schüler vor. Ich bemerke, daſs ich alle Fälle mitgerechnet habe, wo das Kopfweh nicht seltener wie einmal alle 14 Tage eintrat. Die Fälle verteilen sich, wie folgt, auf die verschiedenen Klassen:

In der 2.[1]) Vorbereitungskl.:	2	Fälle unter	29	unters. Schülern, d. h. bei ca.	7%
» » 3. »	3	» »	25	» » » » »	12 »
» » 4. »	6	» »	30	» » » » »	20 »
» » 5. »	11	» »	56	» » » » »	20 »
» » ganz. Vorber.-Schule	22	» »	140	» » » » »	16 »
In der 1. Mittelschulklasse	4	Fälle unter	42	unters. Schülern, d. h. bei ca.	10%
» » 2. »	5	» »	41	» » » » »	12 »
» » 3. »	11	» »	47	» » » » »	23 »
» » 6.[2]) »	7	» »	49	» » » » »	14 »
» » ganzen Mittelschule	27	» »	179	» » » » »	15 »
In der 1. Gymnasialklasse	3	Fälle unter	41	unters. Schülern, d. h. bei ca.	7%
» » 2. »	1	» »	46	» » » » »	2 »
» » 3. »	2	» »	30	» » » » »	7 »
Im ganzen Gymnasium	6	» »	117	» » » » »	5 »

1) Die Cathedralschule Christianias hatte im Schuljahre 1898/99 keine erste Vorbereitungsklasse; im folgenden Schuljahre wurde auch die zweite aufgehoben.

2) Als die Untersuchungen anfingen, existierte noch bezüglich der vier obersten Klassen die »alte« Schulordnung mit sechs Mittelklassen (aber nur drei Vorbereitungsklassen); die sechste Mittelklasse der neuen Ordnung entspricht der vierten der alten. Siehe auch Anmerkung zur Tabelle B und C.

Bezüglich dieser Fälle ist erstens zu erwähnen, dafs ihre Zahl bedeutend geringer ist als diejenige, die von der norwegischen Schulkommission im Dezember 1891 als häufiges Kopfweh der Cathedralschüler Christianias aufgeführt wurde. Zufolge des schulhygienischen Berichtes dieser Kommission fand man nämlich damals, dafs ganze 27 % von 192 untersuchten Schülern der vierten bis sechsten Mittelklasse (d. h. im Alter von 12—15 Jahren) und ersten Gymnasialklasse (d. h. im Alter des 16. Jahres) der Cathedralschule an dem erwähnten Übel litten, während die entsprechende Zahl derselben Klassen sich zufolge der jetzigen Untersuchung allein auf ca. die Hälfte dieser Zahl, nämlich ca. 14,5 % bezog.

Dieser auffallende Unterschied stammt nicht daher, dafs man 1891 dem Begriffe »häufiges Kopfweh« eine mehr umfassende Definition gegeben hat, als ich dies gethan habe. Aufser den Schülern, deren Kopfweh wenigstens einmal alle 14 Tage auftrat, gab es nämlich zufolge meiner Untersuchungen in den erwähnten vier Klassen keine und in den übrigen Klassen nur sehr wenige Schüler, die hin und wieder an Kopfweh litten, und deren Kopfweh mit kürzeren Zwischenräumen, wie mehreren Monaten, eintrat.

Schon hieraus erhellt, dafs der Zustand auf der Cathedralschule in der hier erwähnten Beziehung anfangs 1899 nicht gut war. Dies wird noch deutlicher hervorgehen, wenn wir die Fälle genauer untersuchen.

Indem ich bezüglich der Details auf die am Schlusse dieser Darstellung angeführten Krankengeschichten verweise, sei an dieser Stelle folgendes hervorgehoben:

Unter den beobachteten 55 Fällen waren *zwölf ganz vorübergehender Natur* (siehe A und B der Krankengeschichten); drei von ihnen waren sogar sehr zweifelhaft, indem die Eltern die Kinder nie über Kopfweh klagen gehört hatten; und was die übrigen neun Fälle betrifft, dauerten dieselben nur bis ein paar Monate, um später nicht zu recidivieren. In fünf dieser Fälle war das Leiden die Folge *bestimmter organischer Krankheiten* — wie Nephritis nach Scalatina, wie Influenza

und acute Bronchitis —, die der Schularbeit nicht zugeschrieben werden können. In den übrigen vier Fällen konnten zwar solche Krankheiten nicht nachgewiesen werden; dagegen repräsentierte das Kopfweh ein äufserst unbedeutendes Leiden, und wenn es auch in Bezug auf zwei dieser Schüler festzustehen schien, dafs das Kopfweh zum Teil durch starke Feuerung des Schulofens hervorgerufen wurde, waren eben diese Schüler schwächliche Knaben von tuberkulöser Familie, weshalb die Feuerung als die eigentliche Ursache des Leidens nicht angesehen werden kann.

Zu diesen vorübergehenden Fällen kommen ferner fünf Fälle von längerer Dauer (C. a 1—5 der Krankengeschichten), von denen zwei von einer subchronischen Enteritis, einer von Hypermetropie hervorgerufen waren, während das Kopfweh in zwei Fällen nicht unwahrscheinlich einer chronischen Nephritis zuzuschreiben war (C. a 1 und 2 der Krankengeschichten). Ich erwähne an dieser Stelle, dafs ich nach und nach den Harn von im ganzen 289 der Cathedralschüler untersucht habe; dies geschah immer, wenn die Schüler an Kopfweh litten oder sonst kränklich schienen. Im ganzen fand ich Eiweifs bei 23, d. h. ca. 8%[1]), welches im Verhältnis zu den Ergebnissen verschiedener anderer Untersuchungen ein relativ günstiger Prozentsatz ist. In der Vorbereitungsschule fand sich Eiweifs bei 3 von 100 = 3%, in der Mittelschule bei 13 von 132 = ca. 10% und im Gymnasium bei 7 von 57 = 12% der Schüler. Mit wenigen Ausnahmen hatten diese Schüler ein schwächliches Aussehen; wenn man von den zwei eben erwähnten Fällen und einem sehr schwächlichen Knaben ohne Kopfweh absieht, die alle auf Schrumpfniere verdächtig sind, war die Albuminurie vorübergehend. Ich habe den Eindruck, dafs dieselbe durchgehend kein ganz indifferentes Symptom war, doch nur insofern, als sie einen Schwächezustand anzeigte.

Wir haben also von den ursprünglichen 55 Fällen 17 ausgeschieden, deren eigentliche Ursache dem Schulgange nicht zugeschrieben werden kann. Was die übrigen 38 Fälle betrifft,

1) Die erwähnte Scharlachnephritis ist mitgerechnet.

waren dieselben alle von längerer Dauer. Bezüglich derselben ist folgendes auszuführen:

Erstens stöfst man unter ihnen auf neun Fälle, in Betreff derer man mit einem gewissen Recht von einer »homologen Erblichkeit« reden kann, insofern als der Vater — zum Teil auch der Vater des letzteren — oder die Mutter — zum Teil auch die Geschwister der Mutter oder ihr Vater — wie auch meistens eine gröfsere oder geringere Zahl der Geschwister des betreffenden Schülers an einem andauernden Kopfweh litten oder gelitten hatten (C. b 1—9 der Krankengeschichten). Zu diesen meistens ausgesprochen schwächlichen Knaben kommen zwei Schüler (C. b 10—11), bezüglich welcher es nur festgestellt ist, dafs auch die Mutter an Kopfweh litt, die aber jedenfalls auch schwächliche Knaben waren.

Wir sind also jetzt auf 27 Schüler heruntergekommen, ohne dafs die ursprüngliche Ursache des Kopfwehs der Schularbeit zuzuschreiben wäre. Unter diesen 27 Schülern stofsen wir indessen auf zehn (C. c 18—27) Knaben, bei denen das Leiden zwar nicht als homologe Heredität aufzufassen ist, indem ein Vorkommen desselben bei den Eltern nicht festgestellt ist, die aber dessenungeachtet den hereditär belasteten Schülern zuzurechnen sind. Vier von ihnen (19—22) waren selbst bleich und entstammten schwächlichen und sicher oder wahrscheinlich tuberkulösen Familien; einer (23) war ein bleicher Schüler, dessen beide Eltern und alle Geschwister anämisch ohne Verdacht auf Tuberkulose waren; einer zeigte eine vorübergehende Albuminurie und ist, wie der Vater sagte, »das Ebenbild« seiner schwächlichen Mutter, während seine Geschwister dem kräftigeren Vater ähnlich sind (24); einer ist ein anämischer Knabe, wie es scheint mit einer »forme fruste« der Basedowschen Krankheit, seine Mutter ist sehr nervös, und eine seiner Schwestern ist ebenfalls anämisch (25); einer — ebenfalls von anämischem Aussehen — leidet wie alle seine Geschwister und die Mutter an habitueller Obstruktion, ein Leiden, welches ja oft Kopfweh hervorruft, weshalb es zweifelhaft erscheint, ob nicht das Kopfweh erst eintritt, nachdem die Obstruktion einige Zeit gedauert hat und dann

durch Lesen verschlimmert wird, statt, wie der Schüler sagt: daſs es nach längerem Lesen anfängt, um dann durch Obstruktion verschlimmert zu werden (26). Ferner habe ich unter diesen Schülern einen anämischen Knaben aufgeführt, dessen Eltern Vetter und Cousine sind, und der an Hemeralopie leidet (ob Retinitis pigmentosa, ist nicht konstatiert); auch eine seiner Schwestern, die an Hirnentzündung gestorben ist, hat an dieser Abnormität gelitten (18). Schlieſslich kommt hierzu ein anämischer Knabe, der vielleicht richtiger an einer anderen Stelle aufzuführen wäre, indem es nur festgestellt ist, daſs er eine anämische Schwester hat; auch er selbst hatte immer ein blutarmes Aussehen, nach der Aussage des Vaters ist sein Kopfweh vielleicht eine Folge davon, daſs er während der ersten Lebensjahre zufälligerweise wiederholt und schwer auf den Kopf gefallen ist.

Wir haben also jetzt von den 55 Fällen nur 17 zurück, ohne Anhaltspunkte dafür gefunden zu haben, daſs die ursprüngliche Ursache des Kopfwehs in der Schularbeit zu suchen sei. Von diesen 17 Schülern sind indessen wieder neun in Abzug zu bringen, über deren Familienverhältnisse zwar Angaben fehlen, von denen aber der eine das Kopfweh vor ca. 1 Jahre nach einem Scharlachfieber bekam, — eine Krankheit, die ja auch sonst Störungen des Befindens von langer Dauer hervorruft (C. d, 9); und, was die übrigen acht betrifft (C. d, 1—8), waren dieselben schon anämisch vor dem Anfange des Schulganges. Unter den letzteren begegnen wir zwei anämischen Knaben (1—3), von denen der eine mit transitorischer Albuminurie, die auſserhalb der Stadt wohnen, und bei denen das Kopfweh meistens eintritt, wenn sie mittags vom Eisenbahnzuge nach Hause kommen, — ein Phänomen, welches mich zu der Bemerkung veranlaſst, daſs unsere Pädagogen einen ungünstigen Einfluſs solcher täglicher Eisenbahnfahrten öfter beobachtet zu haben glauben. Wir stoſsen ferner auf zwei anämische Knaben, von denen der eine (5) mittels Eisenpillen beinahe ganz geheilt wird, während das Kopfweh beim anderen ganz aufhört, nachdem er im Gegensatze zu seiner früheren

Gewohnheit anfängt, nachmittags im Freien zu motionieren (6); wir stofsen ferner (Nr. 8) auf einen Schüler, der sich seit vor dem Anfange des Schulganges immer matt fühlte und an Cardialgie gelitten hat, und unter den übrigen drei findet man zwei, bei denen das Kopfweh öfter schon am Morgen beim Erwachen, d. h. vor dem Anfange der Schularbeit anfängt, um später im Laufe des Tages wieder aufzuhören (Nr. 4 und 7); ein ähnliches Verhalten des Kopfwehs trifft man auch, wie aus den Krankengeschichten ersichtlich, recht oft bei anderen Schülern, u. a. war es auch bei anderen Knaben der an dieser Stelle erwähnten Kategorie (Nr. 3 und 6) vorhanden.

Wir sind also jetzt auf acht Fälle heruntergekommen und finden fortwährend keinen überzeugenden Anhaltspunkt dafür, die eigentliche Ursache des Kopfwehs auf die Rechnung der Schularbeit zu schreiben. Von diesen acht Fällen sind indessen wieder zwei gut aussehende Knaben zu subtrahieren (C. d, 1 und 2), von denen der eine schon vor dem Anfange des Schulganges oft an Kopfweh litt, nach Masern im zweiten Schuljahre trat eine Verschlimmerung ein, worauf er indessen — nachdem diese Untersuchungen angefangen wurden — ganz geheilt wurde; der andere — ein 13 jähriger Knabe, der übrigens ein grofser Spitzbube sein soll und vielleicht simuliert — gibt an, dafs das Kopfweh sich ca. einmal die Woche, und zwar meistens, wenn er morgens erwacht, einfindet, es wird durch Schularbeit nicht verschlimmert und in den Ferien nicht gebessert, dagegen wird es durch den Nervus rerum des Schuljungen, nämlich durch Essen, gebessert.

Wir haben also jetzt nur sechs Fälle zurück. Vielleicht habe ich dieselben nicht an der rechten Stelle plaziert; wenn ich sie alle unter der Bezeichnung »Kopfweh in der nächsten Familie« aufgeführt habe (C. b, 12—17). Hierher habe ich einen zartgebauten Jungen gerechnet, dessen Vater und zwei Geschwister, von denen ein Bruder ebenfalls an Kopfweh leidet, anämisch sind (Nr. 13); ferner einen Knaben, dessen Eltern und vier Geschwister alle schwächlich sind, der eine Bruder hat ebenfalls angefangen, über Kopfweh zu klagen. Schwieriger stellt es sich

mit einem andern, gut aussehenden Jungen (14), von dem ich nur weifs, dafs er eine anämische Schwester hat, die ebenfalls an häufigem Kopfweh leidet; wenn aber sein eigenes Kopfweh allein alle 14 Tage eintritt und beinahe immer morgens, wenn er aufsteht, anfängt, um wieder zu verschwinden, sobald er in der Schule angekommen ist, kann man jedenfalls soviel schliefsen, dafs auch die ursprüngliche Ursache dieses Falles dem Sündenregister der Schule schwerlich zu belasten ist. Noch weniger ist dies der Fall bezüglich des fünften der Schüler, die ich hierher gerechnet habe (Nr. 12), nämlich eines Knaben von $15^1/_2$ Jahren, der an Kopfweh gelitten hat, seitdem er vor 8—9 Jahren wegen »Blutarmut« die Schule während $^1/_2$ Jahres versäumen mufste, und dessen eine Schwester ebenfalls fortwährend an Kopfweh leidet. Schliefslich habe ich die restierenden zwei Schüler (Nr. 15, 16) nur deswegen hier mitgerechnet, weil sie Brüder sind und es deshalb mit einiger Wahrscheinlichkeit zu vermuten ist, dafs die Ursache des Leidens in ihrer Familie oder Heimat zu suchen ist; sie sind nur 10 und 12 Jahre alt und haben deshalb wenig Hausarbeit; der eine sieht anämisch aus, nicht aber der andere; über ihre Familienverhältnisse habe ich trotz Nachfrage nichts zu wissen erhalten.

Indem ich aufs neue auf die am Schlusse wiedergegebenen Krankengeschichten verweise, und noch erwähne, dafs viele der besprochenen Schüler in Wirklichkeit recht wenig von ihrem Kopfweh geplagt zu sein schienen, glaube ich aus diesen Untersuchungen den Schlufs ziehen zu dürfen:

1. dafs der Schulgang bezw. die Schularbeit an der Cathedralschule jedenfalls nur als sehr seltene Ausnahmen häufiges Kopfweh bei Schülern aus gesunden Familien hervorruft;

2. dafs die eigentliche Ursache der Häufigkeit dieses Leidens an der Cathedralschule darin zu suchen ist, dafs so viele Schüler wegen verschiedener Verhältnisse, die mit der Schularbeit nichts zu thun haben, und unter denen

besonders erbliche und anämische Zustände zu erwähnen sind, an und für sich für das hier besprochene Leiden disponiert sind.

Selbst wenn die Schule nicht die eigentliche — primäre — Ursache des Kopfwehs ist, kann sie aber vielleicht von hervorragender sekundärer Bedeutung sein; wäre nicht der Schulgang gewesen, hätten die disponierten Schüler mehr Ruhe und längeren Aufenthalt im Freien erhalten können, unter welchen Verhältnissen sie trotz aller erblichen Anlagen u. s. w. vielleicht gar kein Kopfweh bekommen hätten, oder dies könnte wenigstens vielleicht sehr selten und geringfügig gewesen sein. Einer solchen Auffassung sind in Wirklichkeit viele der Eltern, wie ja auch dieselbe in wesentlicher Beziehung mit derjenigen Anschauung zusammenfällt, die bezüglich der Kurzsichtigkeit geltend ist. Um näher zu untersuchen, welche Bedeutung einer dergleichen Vorstellung beizumessen ist, habe ich erstens versucht, damit ins Reine zu kommen, inwiefern die Cathedralschule während der späteren Jahre im allgemeinen zu grofse Anforderungen an die Kräfte der Schüler gestellt hat, eine Untersuchung, die mit der Frage der durchschnittlichen Arbeitszeit der Schüler zusammenfällt. Ferner habe ich untersucht, ob die Arbeitszeit eben derjenigen Schüler, die an häufigem Kopfweh leiden, von langer Dauer ist, oder ob andere Zeichen vorhanden sind, dafs die Schularbeit eben auf diese Schüler besonders schädlich wirkt. Um diese Fragen zu erledigen, habe ich untersuchen müssen, welche Verhältnisse das Kopfweh verschlimmern und welchen Einflufs die Schulferien auf dieselben üben, wie ich mich auch über die Nahrung und den übrigen Modus vivendi der Schüler erkundigen mufste. Ich schiebe an die Spitze

Die durchschnittliche Dauer der Arbeitszeit.

Als Ausgangspunkt einer Beurteilung der Frage, ob die Schule im allgemeinen zu grofse Ansprüche an die Schüler stellt, pflegt man bekanntlich Aufgaben über ihre durchschnittliche

tägliche Arbeitszeit zu wählen. Insofern ist in erster Reihe die durchschnittliche tägliche Dauer ihrer Hausarbeit von Belang. Wie dieselbe sich zu verschiedenen Zeiten in Skandinavien gestaltet hat, geht hervor aus

Tabelle A.

Durchschnittliche tägliche Hausarbeit in den sechs obersten Klassen höherer schwedischer und dänischer Schulen in den 80er Jahren und der Cathedralschule und Nissens Privatschule[1]) zu Christiania in den 60er Jahren[2]).

	Unterste der 6 Klassen	Nächstunterste der 6 Kl.	Drittunterste der 6 Kl.	Drittoberste der 6 Kl.	Nächstoberste der 6 Kl.	Oberste Kl.
Schwedische Lateinschul. anfangs der 80er Jahre (nach dem Berichte der schwed. Schulkommiss.)	3 St.[2])	$3^1/_2$ St.	4 St.	$4^1/_2$ St.	5 St.	5 St.
Lateinschul. Kopenhagens anfangs der 80er Jahre (nach dem Berichte der dänisch. Schulkommiss.)	$2^1/_4$ St. (1. Latein)	$2^1/_2$ St. (2. Latein)	3 St. (3. Latein)	$3^1/_2$ St. (4. Latein)	$3^1/_2$ St. (5. Latein)	$4^1/_2$ St. (6. Latein)
Cathedralsch. Christianias während eines der 60er Jahre (nach dem Berichte des Rektors Vibe) . .	2 St. 20 M. (2. Latein)	$2^1/_2$ St. (3. Latein)	3 St. 40 M. (4. Latein)	4 St. (5. Latein)	$3^1/_2$ St. (6. Latein)	$2^1/_2$ St. (7. Latein)
Nissens Privatschule[1]) zu Christiania 1860 (zufolge des Jahresberichtes der Schule)	—	2 St. 40 M. (1. Lat.)[1])	3 St. (2. Latein)	$3^1/_4$ St. (3. Latein)	3 St. 40 M. (4. Latein)	—

Diese Zahlen sind besonders bezüglich der schwedischen, aber auch in Betreff auf die übrigen Schulen höher als wünschenswert. Es fragt sich nun ferner, ob die Furcht, die zufolge der vorangehenden Darstellung während der 60er Jahre von norwegischen Ärzten und Pädagogen geäufsert wurde, dafs die Mittelschule-Gymnasialordnung die Dauer der Hausarbeit verlängern werde, berechtigt gewesen ist. Zur Lösung dieser Frage

1) Dieselbe führte damals zum Abiturientenexamen mittels fünf Lateinklassen, von diesen wurden allein vier untersucht.

2) Sämtliche Zahlen der Tabelle sind von mir ganz unbedeutend abgerundet worden.

dient Tabelle B; die Zahlen sind bezüglich Aars und Vofs' Schule aus den sehr umfassenden und instruktiven Aufgaben berechnet, die von der Schule seit Ende der 70er Jahre jährlich eingeholt worden sind, und die ich in liebenswürdigster Weise zur Disposition gestellt bekommen habe. Was die übrigen Schulen betrifft, sind die entsprechenden Zahlen der schulhygienischen Beilage des Berichtes der norwegischen Schulkommission von 1894 entnommen. (Die Kommission liefs nur vier Klassen untersuchen.)

Aus dieser Tabelle erhellt, dafs die Zahlen der durchschnittlichen täglichen Hausarbeit in Aars und Vofs' Schule bis 1885 trotz der erwähnten Furcht durchgehend nicht höher waren als während der 60er Jahre an der Cathedralschule und Nissens Schule der Fall war (Tabelle A); dies stimmt auch damit überein, dafs die Mittelschule-Gymnasialordnung, wenn sie auch einige neue Fächer eingeführt hat, in anderen Beziehungen geringere Anforderungen an die Schüler gestellt hat.

(Siehe Tabelle B auf S. 272.)

Auf der anderen Seite war die Hausarbeit in Aars und Vofs' Schule von 1878—1885 im allgemeinen auch nicht kürzer als während der 60er Jahre. Dagegen ist dies der Fall mit den entsprechenden Berechnungen der Jahre 1885—1895, zufolge deren die Dauer der Hausarbeit, im Vergleiche mit dem vorangehenden Zeitraume, in der zweiten Lateinklasse mit 1 Stunde, und in einer Reihe der übrigen Klassen mit ca. $^1/_2$ Stunde abgenommen hat. In wesentlicher Beziehung dasselbe Resultat ergibt auch ein Vergleich zwischen dem ersten Zeitraume an Aars und Vofs' Schule und den dem Berichte der Schulkommission entnommenen Zahlen. Dieser Unterschied ist leicht zu erklären; er beruht nämlich darauf, dafs man seit Mitte der 80er Jahre an den höheren Schulen Norwegens eine Reihe schriftlicher Aufgaben, die früher von den Schülern zu Hause ausgearbeitet werden mufsten, zu den Schulstunden verlegt hat.

Tabelle B.

1. Aars und Vofs' Privatschule 1878—95.

	4. Mittelklasse, englische Linie [1])	4. Mittelklasse, Lateinlinie [1])	5. Mittelklasse, Englisch	5. Mittelklasse, Latein	6. Mittelklasse, Englisch	6. Mittelklasse, Latein	1. Gymnas., Reallinie [1])	1. Gymn., Lateinlinie	2. Gymnasium, Reallinie	2. Gymn., Lateinlinie	3. Gymnasium, Reallinie	3. Gymn., Lateinlinie
1878—85	2 St. 10 M.	2 St. 10 M.	2 St. 35 M.	2 St. 35 M.	3 St.	3 St.	3 St. 15 M.	3 St. 10 M.	3 St. 15 M.	3 St. 30 M.	3 St. 30 M.	3 St. 45 M.
1885—95	1 » 45 »	1 » 40 »	2 St.	2 St.	2 St. 30 M.	2 St. 30 M.	2 » 40 »	2 » 25 »	3 St.	2 » 30 »	3 » 10 »	3 » 10 »

2. Norwegische höhere Schulen anfangs der 90er Jahre.

(Bericht der norwegischen Schulkommission.)

	4. Mittelklasse	5. Mittelklasse	6. Mittelklasse	1. Gymnasiumkl.
Alle untersuchten Schulen	1 St. 40 Min.	1 St. 50 Min.	3 Stunden	2 St. 30 Min.
Christiania Cathedralschule	1 » 50 »	2 Stunden	2 St. 40 Min.	2 » 30 »

1) Der Unterschied zwischen der »Englisch«- und »Latein«linie, der bis vor kurzer Zeit bestehenden »alten« Mittelschulordnung bestand nur darin, dafs die erstere Englisch statt Latein führte. — Die Mittelschule wurde mit dem »Mittelschulexamen« ca. Ende des 15. Jahres der Schüler abgeschlossen. Dies ist auch jetzt der Fall; dagegen ist insofern eine Änderung eingetreten, als während der letzten Jahre statt der früheren sechs Mittelklassen nur vier existieren; zu gleicher Zeit sind aber statt der früheren drei »Vorbereitungsklassen« fünf derselben Art eingeführt (siehe Tabelle C). — Das Gymnasium wird ca. Ende des 18. Lebensjahres durch das Abiturientenexamen abgeschlossen.

Indessen stellt sich hier eine Frage ein, die von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist, nämlich die Frage, ob die Aufgaben, aus denen die soeben besprochenen Zahlen berechnet sind, wirklich korrekt sind oder nicht. Es ergibt sich leicht, dafs das nicht der Fall ist. Man hat nämlich bisher dergleichen Angaben immer in der Weise einholen lassen, dafs die Schüler während 1—2 Wochen täglich die für die Hausarbeit verwendete Zeit zu Hause notiert haben, um darauf ihren Lehrern diese Notizen einzuhändigen. Die Folge ist, dafs die Schüler beinahe immer der Versuchung unterliegen, eine Arbeitszeit anzugeben, die höher ist wie die wirklich verwendete. Sie wünschen nämlich in den Augen der Lehrer nur zu gern als »brave und fleifsige Knaben« zu gelten, wie sie auch, wenn die Dauer der Arbeitszeit nicht einigermafsen hoch angegeben wird, fürchten, dafs die Lehrer sich nicht darauf bedenken werden, ihnen längere Aufgaben zu geben. Dafs dies der Fall ist, dafür habe ich nach und nach sehr viele Beweise erhalten, und zwar durch Bekenntnisse von Männern, die jetzt längst die Schule hinter sich haben, und die während ihrer Schulzeit eine Reihe eben derjenigen Angaben, aus denen die soeben besprochenen Berechnungen hervorgegangen sind, eingeliefert haben. Der eine dieser Männer war sogar an den Angaben beteiligt, die in der Tabelle A von Nissens Schule während der 60er Jahre vorliegen; zufolge seiner Mitteilung »addierte er immer eine ganz willkürlich gewählte Zeit zu der wirklich verwendeten und konstruierte seine Angaben über die verwendete Arbeitszeit je nachdem er dachte, dafs die Rücksicht auf den betreffenden Lehrer es erforderlich machte«. Man wird vielleicht den Einwurf machen, den ich auch sonst habe anführen hören, dafs die zu hohen Angaben einer Reihe von Schülern dadurch aufgewogen werden, dafs andere Schüler, die den Eindruck besonders »guter Köpfe« zu machen wünschen, eine kürzere Arbeitszeit als die wirklich verwendete angeben. Ich leugne zwar nicht, dafs dies vorkommt, aber es ist gewifs verhältnismäfsig selten. Unter den zahlreichen Zeugen, deren Aussagen die hier erwähnte Auffassung begründen, und die sich nicht allein darüber ausgelassen haben, wie sie selbst, sondern

auch, wie ihre Kameraden während ihrer Schulzeit bezüglich dergleichen Angaben verfahren sind, bin ich bisher nur zweien begegnet, die je einen gekannt haben, welcher die Dauer der Hausarbeit zu niedrig angegeben hatte; beide kannten aber viele, die zu hohe Angaben eingeliefert hatten. Und wenn man entgegnet, dafs die Zuverlässigkeit der Angaben dadurch einigermafsen garantiert werde, dafs dieselben unter der Kontrolle der Eltern stehen, ist hierzu erstens zu bemerken, dafs diese Kontrolle sich zufolge der Aussagen meiner Zeugen höchstens darauf beschränkt, dafs die Eltern sich nur hin und wieder für einen Augenblick nach den Kindern umsehen; in der Zwischenzeit safsen dann meine Berichterstatter und lasen mehr unterhaltende Lektüre. Und zweitens ist es zahlreichen Schülern ebenso viel darum zu thun, den Eltern als den Lehrern durch eine scheinbar lange Arbeitszeit als sehr arbeitsame Kinder zu imponieren.

Zufolge meiner Quellen werden indessen die Angaben, die aus dem hier besprochenen Verfahren hervorgehen, auch aus einer anderen Ursache zu hoch. Erfahrene Pädagogen haben mir nämlich mitgeteilt, dafs eine Reihe von Schülern sich während derjenigen Tage, bezüglich derer sie Angaben einzureichen haben, besser wie sonst vorbereiten; sie wünschen zwar eine lange Dauer der Hausarbeit anzugeben, möchten aber zur selben Zeit ein zu auffallendes Mifsverhältnis zwischen der angegebenen Dauer und ihren Prästationen vermeiden. Wenn sie dann keine Angaben mehr einzureichen haben, gibt die Abnahme des Dampfdruckes sich sehr deutlich durch abnehmende Prästationen zu erkennen. Deshalb soll es nicht ganz selten sein, bezüglich faullenzender Klassen von den betreffenden Lehrern die Aussage zu hören, »es wäre wieder an der Zeit, Angaben über die Hausarbeit einreichen zu lassen, dann werden sie fleifsig«.

Unter diesen Verhältnissen ist es nicht zweifelhaft, dafs von der in den obenstehenden Tabellen wiedergegebenen Dauer der Hausarbeit etwas zu subtrahieren ist, ohne dafs indessen jemand angeben kann, wie viel in Abzug zu ziehen sein würde. Um der Wahrheit näher zu kommen, habe ich deshalb ein anderes Verfahren versucht; ich habe die Schüler einzeln vor mir

genommen und habe sie mündlich ausgefragt, wie lange sie sich durchschnittlich für jeden Tag der Woche vorbereiten müssen. Wenn diese Examination vom Arzte vorgenommen wird, der nichts mit dem Fleifse der Schüler zu thun hat, werden diese — habe ich mir gedacht — nicht in dieselbe Versuchung, zu hohe Zahlen anzugeben, geführt, als wenn sie die Angaben ihren Lehrern oder Eltern vorzulegen haben; auch erhalten die Schüler, wenn diese Examination mündlich geschieht, nicht in derselben Weise, wie wenn sie zu Hause ein schriftliches Exposé elaborieren können, dazu Zeit, darüber zu reflektieren, welche Angaben als die für sie vorteilhaftesten anzusehen sind.

Ich gebe zu, dafs auch dies Verfahren nicht zu genauen Resultaten führen kann. Erstens gibt es in jeder Klasse einige Schüler, die wenig auf die Uhr acht geben und die sich deshalb nur sehr schwebend über die Dauer ihrer Hausarbeit aussprechen können; zweitens ist ja nicht die Hausarbeit für jeden Montag u. s. w. immer dieselbe. In der überaus überwiegenden Zahl der Fälle habe ich doch den bestimmten Eindruck erhalten, dafs die Schüler der Jetztzeit, wie dies während meines eigenen Schulganges der Fall, sehr gut wissen, wie lange Zeit sie ungefähr für die Hausarbeit jedes Wochentages rechnen müssen. Um ein ganz aufs Geradewohl gewähltes Beispiel zu nennen, lauten dergleichen Angaben so: Montag ca. $1^1/_2$, Dienstag ca. 2, Mittwoch ca. $2^1/_2$—3, Donnerstag ca. 2, Freitag ca. 2 und Sonnabend ca. $1^1/_2$—2 Stunden; hierzu kommen einmal wöchentlich schriftliche physische Aufgaben von ca. 2 Stunden Dauer, ferner einmal jede 2. Woche eine schriftliche englische und einmal alle 3 Wochen eine schriftliche norwegische Aufgabe von bezw. $1^1/_2$ und 3—4 Stunden Dauer. Die Angaben wurden von einem Schüler in der Real-Secunda mitgeteilt; indem ich die Arbeitszeit Mittwochs und Sonnabends auf bezw. $2^3/_4$ und $1^3/_4$ Stunden veranschlagte und berechnete, wieviel Zeit die besagten schriftlichen Aufgaben täglich in Anspruch nehmen würden, wenn die auf dieselben verwendete Arbeit auf jeden Tag der betreffenden Wochen verteilt worden wäre, habe ich die durchschnittliche tägliche Dauer der Hausarbeit dieses Schülers mit 2 Stunden 39 Minuten aufgeführt.

Die in dieser Weise berechnete Hausarbeit ist wiedergegeben in der

Tabelle C.

Durchschnittliche tägliche Hausarbeit an der Cathedralschule während der Jahre 1899—1900. Zum Vergleiche ist hinzugefügt, was Axel Key und die Elsafs-Lothringensche Schulkommission als maximal zulässige Hausarbeit ansehen.

				1. Gymnasialklasse der alten Schulordnung[1])		2. Gymnasialklasse der alten Schulordnung		3. Gymnasialklasse der alten Schulordnung	
				Latein	Real	Latein	Real	Latein	Real
Die Cathedralschule 1899 Januar — März	—	—	6. Mittelkl. d. alten Schulordnung[1]), Lateinlinie: $2^1/_4$ St. Engl. Linie: 2 St.	$1^3/_4$ St.	1 St. 50 M.	$2^1/_2$ St.	2 St.	3 St.	2 St.
Die Cathedralschule 1900 Januar — April	2. Mittelklasse der neuen[1]) Schulordnung: 50 Min. bis 1 Std. (2 parallele Klassen)	3. Mittelklasse der neuen Schulordnung: $^3/_4$ bis 1 St. (2 parallele Klassen)	4. Mittelklasse der neuen Schulordnung: $1^1/_2$ bis 2 St. (2 parallele Klassen)	2 St.	2 St. 20 M.	2 St.	$2^1/_2$ St.	$2^3/_4$ St.	2 St. 20 M.
Zulässige maximale Dauer der Hausarbeit nach Key	1 Stunde 40 Min.	2 Stunden 10 Min.	2 Stunden 40 Min.	2 St. 40 M.	2 St. 40 M.	3 St. 10 M.	3 St. 10 M.	3 St. 10 M.	3 St. 10 M.
Zulässige maximale Dauer der Hausarbeit für Schüler d. entsprech. Altersklassen nach d. Elsafs-Lothringenschen Schulkommission	1 Stunde 40 Min.	1 Stunde 40 Min.	$2^1/_2$ Stunden	$2^1/_2$ St.	$2^1/_2$ St.	$2^1/_2$ St.	$2^1/_2$ St.	$2^1/_2$ St.	$2^1/_2$ St.

1) Die »neue« Schulordnung, die man vor einigen Jahren angefangen hat durchzuführen, hat fünf »Vorbereitungsklassen« und vier »Mittel- (oder Mittelschule-) Klassen«, während früher drei der ersteren und sechs der letzteren Art bestanden. Die alte sechste »Mittel« entsprach also der jetzigen vierten derselben Art. Bezüglich der drei Gymnasialklassen hat die »neue« Ordnung einige Änderungen der Fächer u. dergl. eingeführt.

Wegen der verhältnismäfsig grofsen Einstimmigkeit, mit welcher die Schüler die Dauer der Arbeitszeit angeben, wie wegen des Minimums, zu dem zur Zeit die schriftlichen Hausaufgaben reduziert worden sind, habe ich den Eindruck, dafs diese Aufgaben im wesentlichen das wirkliche Verhältnis wiedergeben, ein Eindruck, der auch durch Aussagen verschiedener Eltern bestätigt worden ist, wie auch dadurch, dafs ich mittels erneuerter Examination einer Reihe von Schülern ziemlich genau dieselben Antworten erhielt, als ich mehrere Wochen früher erhalten hatte[1]). Eigentlich möchte ich glauben, dafs auch die Zahlen dieser Tabelle etwas zu hoch sind, insofern nämlich, als die Zeitangaben, zu denen ich mich gehalten habe, auch die kürzeren und längeren Unterbrechungen, welche die Schüler während der Arbeit machen, umfassen. Ich meine deshalb u. a. ausschliefsen zu können, dafs die Hausarbeit an der Cathedralschule während der letzten 2 Jahre die Höhe erreicht, die zufolge der liebenswürdigen Mitteilung Rektor Horns mittels des sonst üblichen Verfahrens während des Frühlings 1900 an Hamar Schule in Norwegen gefunden wurde, nämlich in der zweiten und vierten Mittelschulklasse bezw. 1 Stunde 40 Min., 2 Stunden und 2½ Stunden, in der ersten bis dritten Gymnasialklasse bezw. 2½, 3½ und 4 Stunden (ich hebe übrigens hervor, dafs eben Rektor Horn zu den Pädagogen gehört, die mir mitgeteilt haben, dafs zufolge der Beobachtungen an ihren Schulen die Schüler sich auffallend mehr wie sonst anstrengen, wenn sie Angaben über die Dauer der Hausarbeit einzureichen haben).

Hierzu kommt, dafs während der letzten Jahre auch die Zeit, welche die Schüler auf der Schule selbst verbringen, mit einer

---

1) Ich erwähne auch, dafs es Herrn Medizinalrat Dr. Ustvedt durch das Wohlwollen der Direktion von Vestheims Schule zu Christiania gestattet wurde, die Schüler einiger Mittelklassen derselben in ähnlicher Weise, wie ich es gethan, zu examinieren, und dafs er hierdurch zu denselben Ergebnissen wie ich gekommen ist.

2) Wie übereinstimmend die Angaben bisweilen sein können, erhellt aus der Hausarbeit, die ich als Durchschnitt für die Schüler der dritten Mittelschulklasse A berechnet habe, sie war bezw. 46, 60, 57, 37, 75, 60, 43, 57, 75, 77, 40, 57, 60, 55, 67, 50, 43 und 95 Minuten täglich.

guten halben Stunde verkürzt worden ist, so daſs sie jetzt in der Mittelschule und im Gymnasium statt wie früher 6 Stunden nur 5 Stunden und 25 Min. ausmacht; hiervon sind 55 »Freiminuten« und eine »Stunde« (d. h. eigentlich nur $^3/_4$ Stunden) Turnen, Handarbeit (»Slöid«) oder Gesang. Diese Zeit ist in der Vorbereitungsschule noch mehr verkürzt. Ich glaube deshalb, daſs man Ursache hat davon auszugehen, daſs die Cathedralschule während der letzten paar Jahre durchschnittlich sehr billige Ansprüche an die Kräfte der Schüler gestellt hat. Addiert man nämlich die Zeit, die von den Schülern auf der Schule selbst verbracht wird — mit Einbegriff der »Freiminuten« — zu der eben besprochenen Hausarbeit, hat die Schule im Laufe des Frühlings 1900 durchschnittlich und täglich in der zweiten und vierten Mittelschulklasse bezw. ca. $6^1/_2$, $6^1/_2$ und 7 Stunden in Anspruch genommen, während die entsprechende Zeit in der ersten bis dritten Klasse des Gymnasiums sich auf ca. $7^1/_2$, gute $7^1/_2$ und 8 Stunden belief; in dieser Zeit sind indessen also verschiedene Unterbrechungen mitgerechnet. Obwohl man zur Zeit kein Verfahren besitzt, mittels dessen man centimeterweise berechnen kann, welches Maſs von Arbeit erforderlich ist, um Schüler überanzustrengen, und es deshalb innerhalb gewisser Grenzen unsicher ist, was als zu viel Arbeit anzusehen ist und was nicht, glaube ich nicht, daſs man aus sanitären Rücksichten die Forderung aufstellen kann, daſs die *durchschnittliche* Schularbeit noch mehr reduziert werde, als dies zur Zeit an der Cathedralschule der Fall ist. Beispielsweise wird man auch aus der soeben besprochenen Tabelle ersehen, daſs die Verhältnisse bezüglich der Mehrheit der Klassen dieser Schule sogar bedeutend besser zu sein scheinen, als *Key* und die *Elsaſs-Lothringensche* Schulkommission als zulässige maximale Arbeitszeit für Schüler der entsprechenden Klassen aufstellen.

Ich ziehe aus den soeben besprochenen Untersuchungen den Schluſs, daſs man das häufige Auftreten von Kopfweh unter den Schülern der Cathedralschule nicht in befriedigender Weise dadurch erklären kann, daſs die Schularbeit *durchschnittlich*

zu lange Zeit in Anspruch nimmt; um so weniger ist dies berechtigt, weil das Kopfweh ohne Vergleich eben in den Klassen am häufigsten auftritt, wo die gesamte Schularbeit die Schüler nicht daran hindert, eine sehr beträchtliche Ruhe mit einem bedeutenden Aufenthalt in freier Luft zu erhalten, — nämlich in den Klassen der Mittel- und Vorbereitungsschule, welche letztere neben einer kürzeren Schulzeit auch eine noch geringere Hausarbeit haben, als soeben für die zweiten und dritten Mittelschulklassen besprochen wurde. (Dafs dies der Fall, davon habe ich mich oft überzeugt, ohne dafs ich es nötig gefunden habe, eine Statistik aufzunehmen; dasselbe gilt für die erste Mittelschulklasse.)

Trotzdem, dafs die Forderungen der Schule nicht im allgemeinen zu hoch gespannt sind, können sie aber als Durchschnitt oder an einigen Wochentagen für schwächliche Schüler zu grofs sein. Bevor wir deshalb den Abschnitt über die Arbeitszeit verlassen, ist noch folgendes hervorzuheben:

Einige der Schüler, die an häufigem Kopfweh litten, hatten zugleich eine durchschnittliche Hausarbeit von beträchtlicher Dauer.

Die Zahl dieser Schüler ist indessen klein; wenn man von ein paar Jünglingen absieht, die wenige Monate vor dem Abiturientenexamen untersucht wurden, beschränkt sich ihre Zahl eigentlich auf zwei, nämlich den bleichen, skrophulösen und erblich belasteten Schüler, den ich unter C. c, 21 der Krankengeschichten besprochen habe (sechste Mittelschulklasse, durchschnittliche tägliche Hausarbeit ca. 3 Stunden); ferner gilt dies dem einen von den Schülern, in deren Harn so lange Eiweifs nachgewiesen wurde (C. c, 2). Da der Erstere bald die Schule verliefs, habe ich nichts Näheres über ihn erkundigen können; dagegen hat der Letztere mir mitgeteilt, dafs es ihm wegen seiner Schwächlichkeit nach und nach mit immer gröfserer Schwierigkeit verbunden worden war, die Schulaufgaben zu lernen; weil er aber sehr ehrgeizig war und eine der ersten Nummern in der Klasse behalten möchte, verbrachte er eine entsprechend längere

Zeit mit dem Lernen. Ich schickte ihn deshalb zu seinem Hausarzt, und er verliefs vorläufig die Schule.

Von solchen Fällen habe ich also wenige gefunden; die letzteren von ihnen beweisen eigentlich nur, was natürlich niemand leugnen wird, nämlich dafs einige Schüler so krank sein können, dafs sie keinen regulären Schulgang vertragen.

Ferner hebe ich folgendes hervor:

Eine Reihe Schüler, die an häufigem Kopfweh litten, teilten mit, dafs dasselbe sich einstellte oder einstellen konnte, wenn sie nachmittags längere Zeit lasen.

Von dem soeben genannten Abiturienten und übrigen zwei Schülern abgesehen, gehören hierher: 1. C. b, 5 der Krankengeschichten. Seine tägliche Hausarbeit war viermal die Woche 1 Stunde, zweimal 1 $^3/_4$ Stunden, aufserdem alle 3 Wochen norwegischer Aufsatz à 3 Stunden, über einige Tage verteilt (oberste Mittelklasse). 2. C. b, 10 der Krankengeschichten. Die Hausarbeit ist nicht notiert. 3. C. c, 19. Ein fauler Knabe aus tuberkulöser Familie in der fünften Klasse der Vorbereitungsschule, wo die Schüler eine minimale Hausarbeit haben. 4. C. c, 24. Tägliche Hausarbeit im Frühling 1900 (dritte Mittelklasse; das Kopfweh war indessen geheilt): einmal die Woche $^3/_4$ Stunden, zweimal 1 Stunde, dreimal $^5/_4$ Stunden; aufserdem alle 14 Tage norwegischer Aufsatz à 2 Stunden, über mehrere Tage verteilt. 5. C. d, 6. Hausarbeit (oberste Mittelklasse): viermal die Woche 1 Stunde, einmal 1$^1/_4$ Stunden, einmal 1$^3/_4$ Stunden; norwegischer Aufsatz alle 3 Wochen à 4 Stunden, über einige Tage verteilt. 6. C. a, 8. Hausarbeit: einmal die Woche $^1/_2$, einmal $^3/_4$, zweimal $^5/_4$, einmal 1$^1/_2$, einmal 2 Stunden; aufserdem norwegischer Aufsatz alle 3 Wochen à 3 Stunden, über einige Tage verteilt (zweite Realgymnasiumklasse).

Wenn man von der obersten Klasse absieht, wo eine tägliche Hausarbeit von mehreren Stunden kurze Zeit vor dem Abiturientenexamen schwer zu vermeiden ist, und wenn man von einigen wenigen, speciell kränklichen Schülern absieht, habe ich durch diese Untersuchungen n i c h t den Eindruck erhalten,

dafs eben die Schüler, die über häufiges Kopfweh klagen, zu denjenigen gehören, die sich überanstrengen; wenn dessen ungeachtet die soeben genannten Schüler behaupteten, dafs das Kopfweh sich nach länger dauerndem Lesen einstellte, hat man gute Ursache zu glauben, dafs dies Unterhaltungslektüre war.

Zu diesen Schülern kommt zwar noch der früher erwähnte mit Hemeralopie (C. c, 18); sein Kopfweh ist aber nie eine Folge vom Lesen, wenn es auch durch dasselbe verschlimmert wird; aufserdem hat das Leiden schon während mehrerer Jahre gedauert, d. h., als seine Hausarbeit um vieles geringer war als jetzt (jetzt: durchschnittlich $2\frac{1}{2}$ Stunden, zweites Realgymnasium). Das Letztere gilt übrigens auch für die erwähnten Abiturienten.

Kommen hierzu die zahlreichen Schüler, die, wie aus den Krankengeschichten ersichtlich, an häufigem Kopfweh trotz einer durchschnittlich kurzen Arbeitszeit leiden, oder deren Kopfweh sich morgens beim Erwachen, d. h. vor dem Anfange der Tagesarbeit einstellte, können also auch nicht die hier erwähnten Verhältnisse beweisen, dafs die Schule der Gesundheit der Schüler in gröfserem Mafsstabe schädlich ist. Es gibt indessen auch

Andere Verhältnisse, die einen Zusammenhang zwischen häufigem Kopfweh und dem Schulgange beweisen können.

Wenn man davon absieht, dafs die Schule vielleicht durch Übertragung von Infektionserregern einige der Bronchiten u. a., welche einige wenige der Fälle hervorriefen, verursacht hat, ist an dieser Stelle die Wirkung des Turnunterrichtes zu erwähnen. Dafs dieser, wie andere Körperanstrengungen, anämischen Schülern bisweilen schädlich ist, ist eine Erfahrung, die wir Ärzte täglich zu machen Gelegenheit haben, und man trifft in der That auch unter den Krankengeschichten am Schlusse dieser Darstellung einige wenige Fälle, die hierher gehören. Ferner begegnet man unter denselben einigen Schülern, deren Kopfweh sich einstellte, wenn es im Zimmer zu stark geheizt war, welches u. a. auch auf der Cathedralschule vorkommt; in diesen — im ganzen drei — Fällen war allerdings das Leiden höchst geringfügiger Natur, indem die Schüler mitteilten, dafs

dasselbe sofort aufhörte, wenn sie in kühlere Umgebungen kamen (B. b, 2 und 3, C. a, 4).

Die Zahl dieser Fälle ist also sehr gering. Gröfsere Stütze für die Anschauung über die Schädlichkeit der Schule könnte man darin zu finden hoffen, dafs die Ventilation der Cathedralschule, wie dies in so vielen alten Schulgebäuden der Fall ist, keineswegs befriedigend ist; man hat daselbst Mantelöfen, deren Frischluftkanäle zu eng oder ganz verlegt sind, und wenn ich die Luft gegen das Ende der Stunden untersuchte, fand ich in derselben 1,7—2‰ Kohlensäure. Trotzdem habe ich auch nicht den Eindruck erhalten, dafs zwischen diesen Verhältnissen und dem Kopfweh ein Zusammenhang besteht, und finde mich um so weniger dazu veranlafst, ihnen eine gröfsere Bedeutung beizumessen, als die Häufigkeit des Kopfwehes trotz der mangelhaften Ventilation und der dadurch verursachten schlechten »Schulluft« in der unten zu besprechenden, sehr beträchtlichen Weise abgenommen hat.

Eine ganz andere Bedeutung könnte man dagegen a priori annehmen, dafs der Frage von dem Einflusse der Schulferien beizumessen ist. Diese Frage interessiert nicht nur deshalb, weil die erwähnten Untersuchungen von Malling-Hansen die Aufmerksamkeit auf die Ferien gelenkt haben, sondern es ist ja eine Beobachtung, die sich ohne weiters einem jeden aufdrängt, dafs die Sommerferien einen auffallend günstigen Einflufs auf das Aussehen und die Kräfte der Schüler ausüben.

Um so gröfsere Bedeutung hat die Frage von dem Einflusse der Ferien, als man sowohl von den Schülern wie von ihren Eltern sehr häufig behaupten hört, dafs das Kopfweh während der Sommerferien aufhört, — eine Beobachtung, die in den Augen der Eltern eben am besten die Schädlichkeit des Schulganges beweist, und der es um so näher liegt sich anzuschliefsen, wenn man erinnert, was sofort näher zu besprechen ist, dafs nämlich mittels der Untersuchungen der norwegischen Schulkommission 1891—92 auch statistisch eine beträchtliche Abnahme des Vorkommens des Kopfwehs während der Sommerferien nachzuweisen war.

Trotzdem ist auch die Berechtigung dieser Anschauung nicht ganz überzeugend. Erstens gelten die Aussagen der Eltern und Schüler bezüglich des günstigen Einflusses der Ferien fast beinahe nur für die Sommerferien. Es ist deshalb erstens möglich, dafs dieser Einflufs in Wirklichkeit wesentlich dem Sommer zuzuschreiben ist, d. h. der besseren Luft, der gröfseren Wärme, dem besseren Licht, der um so vieles besseren Gelegenheit, sich im Freien aufzuhalten, — während die Ferien selbst, d. h. das Aufhören der Schularbeit, vielleicht verhältnismäfsig weniger zu sagen haben. Dafs diese Möglichkeit nicht aus der Luft gegriffen ist, erhellt erstens daraus, dafs ich, wie unten näher zu besprechen ist, und wie auch im voraus zu erwarten war, zum Teil das Kopfweh habe aufhören sehen, wenn die Schüler nachmittags anfingen, in freier Luft sich zu bewegen, statt sich wie früher immer auf ihrem Zimmer aufzuhalten. Ferner ist aber hervorzuheben, dafs, während die norwegische Schulkommission im Dezember 1891 unter 930 untersuchten Schülern 207 fanden, die an häufigem Kopfweh litten, war diese Zahl im Mai 1892, d. h. vor Anfang der Sommerferien[1]), auf 143 gesunken, d. h. die ursprünglichen 207 haben im ganzen um ca. 32 % abgenommen; und kann die Häufigkeit des Leidens so bedeutend abnehmen, wenn der Sommer noch im Anmarsch ist, braucht es keineswegs zu wundern, dafs das Übel während der folgenden Monate, wenn das Licht und die Wärme der Sonne bedeutend stärker ist, noch mehr an Häufigkeit abnimmt. Wenn unter diesen Umständen die genannte Schulkommission im August 1892 nur 47 Schüler mit häufigem Kopfweh fand, d. h. wenn die ursprünglichen 207 Fälle um ca. 77 % abgenommen haben, ist es sogar am wahrscheinlichsten, dafs der gröfsere Teil dieser Abnahme dem Aufhören des Schulganges nicht zuzuschreiben ist. Dafs man diesem Aufhören nicht zu grofse Bedeutung beimessen mufs, kann auch in anderer Weise gezeigt werden; ich unterlasse nicht, in dieser Beziehung hervorzuheben, dafs die Zahl der Schüler,

1) Die Ferien der höheren Schulen Norwegens sind: Weihnachtsferien vom 22. Dezember bis ca. 9. Januar inkl., Osternferien 1 Woche, Pfingstferien 4 Tage, Sommerferien ca. 7 Wochen.

die während der Untersuchungen der Schulkommission an der Schule zu Hamar (ca. 5000 Einwohner) an häufigem Kopfweh litten, ungefähr dieselbe zu allen Jahreszeiten war, nämlich im Dezember 1891 9,7, im Mai 1892 8,9 und im August desselben Jahres 7,6 % der untersuchten Schüler.

Unter diesen Verhältnissen würde es jedenfalls von Interesse sein, zu untersuchen, welchen Einflufs die übrigen Ferien, und unter diesen besonders die Weihnachtsferien, auf die Häufigkeit des hier besprochenen Leidens ausüben. Diese Untersuchungen würden in derselben Weise wie diejenigen der norwegischen Schulkommission so vorzunehmen sein, dafs man die Schüler gerade vor und nach den betreffenden Ferien untersucht. Hierzu habe ich leider bisher die nötige Zeit nicht verwenden können und habe mich darauf beschränken müssen, die Schüler einige Zeit nach dem Ende der Weihnachtsferien zu examinieren; im allgemeinen habe ich zwar hierdurch den Eindruck bekommen, dafs die Häufigkeit des Kopfwehs auch während der Weihnachtsferien etwas abnimmt, ohne dafs indessen diese Abnahme bei weitem so grofs ist, wie während der Sommerferien.

Die Abnahme des Leidens während der Sommer- und anderen Ferien kann aber auch durch ein anderes Verhältnis verursacht werden, welches ohne Zweifel von grofser Bedeutung ist, nämlich: dafs die Knaben während aller Ferien, aber vor allem während der Sommerferien, welche die Schüler der höheren Schulen Christianias beinahe alle auf dem Lande verbringen, eine kräftigere Nahrung erhalten, als dies nachweisbar in der Stadt Christiania durchschnittlich der Fall ist.

Ich glaube, dafs wir auch hier — in der Nahrungsfrage — einen sehr wesentlichen Punkt vor uns haben. Je mehr ich mich mit den Schülern der Cathedralschule abgegeben habe, desto mehr habe ich mich darüber wundern müssen, wie wenig unser Mittel- und Beamtenstand, zu dem die überwiegende Mehrzahl der Eltern der Cathedralschüler gehört, trotz allen Broschüren, Zeitungsartikeln, Vorträgen und »Haushaltungsschulen mit theore-

tischer Grundlage« davon wissen, dafs Kaffee und Butterbrot mit oder ohne ein wenig Käse zum Frühstück, nebst (oder oft ohne) Butterbrot mit wenig Käse als »Schulessen«, und Thee und Butterbrot derselben Art als Abendessen keine zweckmäfsige Nahrung für Schulkinder ist. Zufolge meiner Beobachtungen erhalten ca. 60—70% aller Cathedralschüler von dem Anfange ihres Schulganges an nur Kaffee und Butterbrot mit oder ohne wenig Käse zum Frühstück, und dieselbe Nahrung, doch mit Thee statt Kaffee, z. T. auch ein wenig Milch, zum Vesperbrote; in den oberen Klassen haben ferner nur etwas weniger wie $^3/_4$ der Schüler »Schulessen« mit, während die jüngeren Schüler, wenn sie es mithaben, zum grofsen Teil nichts davon geniefsen, weil dies zur Zeit nicht als »erwachsen« angesehen wird.

Bedenkt man, dafs der Unterricht der höheren Schulen Norwegens meistens von 8 Uhr 45 Min. morgens bis 2 Uhr 10 Min. mittags dauert, ist es unter diesen Umständen unmöglich, dafs nicht das Kopfweh öfter geradezu durch Hunger verursacht wird. Umsomehr drängt sich einem diese Auffassung auf, wenn man darauf acht gibt, wie sich die Kinder, wenn sie von der Schule Urlaub haben, in einemfort in der Küche einfinden, um immer wieder »etwas zu essen« zu erhalten, — ein Nahrungstrieb, den sie indessen in Norwegen noch mehr auf dem Lande befriedigen können, indem sie daselbst in ganz anderem Umfange wie in Christiania die leicht verdauliche und kräftig nährende Milch zu ihren Mahlzeiten erhalten. Deshalb habe ich nicht vermeiden können, eben in den Ernährungsverhältnissen eine wesentliche Ursache darin zu sehen, dafs die Sommerferien die vielen blutarmen und in anderen Richtungen schwächlichen Schüler, von denen hier die Rede ist, so günstig beeinflussen. Dafs auch dies nicht nur eine Vermutung ist, sondern ebenfalls durch Thatsachen gestützt wird, ist sofort näher zu erörtern.

Schlufs.

Von den 55 Schülern mit häufigem Kopfweh, die anfangs 1899 zur Beobachtung kamen, waren Ende Mai 1900 nur sehr wenig übrig; 12 hatten die Schule verlassen, 30 waren während

längerer Zeit als geheilt zu betrachten gewesen, und von den übrigen 13, die fortwährend an »häufigem Kopfweh« litten, waren acht bedeutend besser wie früher.

Indessen waren im Laufe des Schuljahres 1899—1900 neue Fälle hinzugekommen; teils waren dies Schüler, die in die Cathedralschule neu eingetreten waren, teils waren es Knaben, die auch im vorigen Jahre dieselbe Schule besucht hatten, ohne aber damals an Kopfweh zu leiden. Die Zahl dieser neuen Fälle war 13. Ich sehe sonach davon ab, auf dieselben näher einzugehen; sie waren vollständig derselben Art wie die besprochenen 55. Ich erwähne nur, dafs sieben derselben am Ende des Schuljahres 1899—1900, d. h. Ende Mai des letzten Jahres, während längerer Zeit kein Kopfweh mehr gespürt hatten, und von den übrigen sechs waren die vier um vieles besser wie früher.

Am Ende des Schuljahres 1899—1900 fanden sich also nur 19 Schüler, die an häufigem Kopfweh litten, und von diesen befanden sich 12 in ausgesprochener Besserung. Berechnet auf die im Laufe des Schuljahres untersuchten 394 Knaben, gibt dies ca. 5 %, oder weniger als die Hälfte der anfangs 1899 beobachteten Prozentzahl[1]).

Fragt man, wie dies zu erklären sei, scheint die Ursache zum Teil darin zu suchen sein, dafs die Schüler — beinahe immer auf meinen Rat — eine zweckmäfsigere Nahrung erhalten und ein vernünftigeres Regime zu führen angefangen haben, wie auch einige von ihnen dadurch geheilt worden sind, dafs sie von ihren Ärzten mit Eisenpräparaten behandelt worden sind. (Methodische Versuche in der hier erwähnten Richtung habe ich jedoch erst seit Ende 1899 vorgenommen.) Unter den sieben Schülern, die von den neuen 13 Fällen geheilt worden sind, gibt es ganze sechs, deren Heilung in dieser Weise eingetreten zu sein scheint. (Bei dreien trat die Heilung ein, nachdem sie damit aufhörten, zu spät zu Bett zu gehen, und nachmittags in freier Luft sich bewegten, statt sich immer in ihrem Zimmer aufzuhalten;

1) Dafs während des Schuljahres 1899/1900 weniger Schüler wie im vorangehenden Jahre untersucht wurden, kommt daher, dafs die zweite Vorbereitungsklasse vom Herbste 1899 an aufgehoben wurde.

bei einem trat die Heilung ein, als er anfing, »Schulessen« mitzunehmen, bei zweien, als sie zum Frühstück und Abendessen Milch statt Kaffee bezw. Thee erhielten.) Dasselbe gilt auch von zwei der vier neuen Fälle, die am Ende des Schuljahres 1899/1900 gebessert waren (auch diese hatten Milch zum Frühstück und Abendbrote erhalten). Dasselbe gilt ferner von sieben der acht Schüler, die unter den alten 55 Fällen gebessert waren (bei sechs trat die Besserung nach zweckmäfsiger Nahrung, bei dem siebenten nach einer solchen in Verbindung mit Darreichung von Eisenpräparaten ein). Dagegen finden sich unter den 30 geheilten Fällen des alten Bestandes nur vier, deren Heilung einer solchen Ursache zugeschrieben werden kann (zwei wurden geheilt mittels Darreichung von Eisen, einer, nachdem er angefangen, Schulessen mitzunehmen, einer, nachdem er angefangen, nachmittags spazieren zu gehen).

Ich zweifle nicht daran, dafs ich noch mehr Resultate prästieren haben könnte, wenn ich Zeit dazu gehabt hätte, mich mit den Schülern noch mehr abzugeben und mit den Eltern mehr zu konferieren, als ich Gelegenheit gehabt habe; u. a. habe ich nämlich den Eindruck, dafs Kaffee und Thee den Knaben zu gut schmeckt, als dafs sie diese Genufsmittel ohne wiederholte Ermahnungen seitens des Arztes nebst kräftiger Stütze seitens der Eltern mit Milch, und noch weniger mit Hafergrütze oder -Suppe umtauschen; um so mehr gilt dies, als viele Eltern, u. a. aus Rücksicht auf den verhältnismäfsig billigen Preis des Kaffees, gerne sehen, dafs die Kinder sich zu diesem statt zur teueren Milch halten. Indessen sehen wir also, dafs sehr viele von den Schülern mit häufigem Kopfweh, nämlich 26 des alten und einem des neuen Bestandes, ohne Eingreifen von meiner Seite geheilt worden sind. Diese spontane Massenheilung ungefähr der Hälfte des alten Bestandes ist meines Erachtens ein neues und wesentliches Argument für die Anschauung, dafs der Einflufs der Schule auf das hier besprochene Leiden in der That wenigstens **verhältnismäfsig** gering gewesen ist; denn wenn auch viele dieser 26 Schüler angaben, während der Sommerferien 1899 geheilt

worden zu sein, ist es schwer zu fassen, wie der Schulgang, wenn sein schädlicher Einfluſs wirklich groſs ist, während des Schuljahres 1899/1900 — das doch für jeden einzelnen Schüler mehr Arbeit als früher verursacht hat — unterlassen haben kann, nach und nach denselben Schaden auszuüben, wie im vorangehenden Jahre. Dagegen scheint mir dies Verhalten des Kopfwehs dafür zu sprechen, daſs dasselbe in wesentlicher Beziehung statt als eine eigentliche »Schulkrankheit« als ein Übel des »Wachstums« — eine »maladie de croissance« — aufzufassen sei, eine Anschauung, die, wie besprochen, schon von Key auf einen gröſseren Teil aller Schwächezustände der Schuljugend ausgedehnt worden ist, wie auch später Hertel derselben — wenn auch nur teilweise — beigepflichtet hat.

Schlieſslich sind noch einige Betrachtungen mehr allgemeiner Natur zu erledigen.

Die Überzeugung, daſs die Ansprüche, welche die höheren Schulen an ihre Schüler stellen, in ausgedehntem Maſsstabe die Gesundheit derselben schädigen, hat auch in Norwegen eine groſse Ausbreitung gefunden und erhält daselbst fortwährend einen prägnanten Ausdruck in der Form von Reformvorschlägen von beträchtlicher Tragweite. Dieselben beziehen sich fortwährend hauptsächlich auf eine Verkürzung der täglichen Schulzeit und Hausarbeit nebst einer Verlängerung der Ferien; die Auffassung ist insofern fortwährend dieselbe, wie sie während der besprochenen Verhandlungen der medizinischen Gesellschaft zu Christiania im Jahre 1866 ihren Ausdruck fand, und es zeigt sich, wie dies übrigens auch sonst oft der Fall ist, daſs man sich nicht immer auf das alte Wort: »tempora mutantur« etc. verlassen kann.

Wenn diese Auffassung, trotz der vielen Erleichterungen, die zufolge der vorangehenden Darstellung für die norwegischen Schüler eingetreten sind, fortwährend so verbreitet ist, ist dies wie früher sehr leicht zu erklären. Es sind in der That nicht die norwegischen Ärzte, welche dieselbe anfangs hervorgerufen und später am Leben erhalten haben; denn wenn auch die An-

schauungen vieler Ärzte über den schädlichen Einfluſs der Schule sehr bestimmter Art sind, dringen dieselben in Norwegen doch als Regel nicht zum groſsen Publikum hervor. Was dies dagegen durch eigene Beobachtung sieht und was niemand leugnen kann, das ist, daſs die Schüler der höheren norwegischen Schulen in groſser Ausdehnung ein schlechtes Aussehen haben. Und da es nun eine für alle Menschen gemeinsame Eigenschaft ist, sich dazu verpflichtet zu fühlen, eine derartige Erscheinung durch eine bestimmte und gemeinsame Ursache zu erklären, kann es nicht wundern, daſs es vom ersten Anfange an geheiſsen hat: es ist die Schule.

Ich zweifle nicht daran, daſs diese Anschauung vor längerer Zeit in Norwegen korrekt gewesen ist; wir haben ja doch gesehen, daſs sowohl die Hausarbeit, wie der Aufenthalt in der Schule daselbst früher beträchtlich länger waren wie jetzt. Auch will ich nicht in Abrede stellen, daſs eine solche Auffassung vielleicht auch heutzutage bezüglich der norwegischen Mädchen- und gemeinsamen Schulen berechtigt sein kann; obwohl ich insofern meine Zweifel habe, kann ich mich nicht in betreff auf dieselben auf eigene Erfahrungen berufen. Auch wage ich noch nicht, mir selbst, was die höheren Knabenschulen Norwegens anbelangt, ein endgültiges Urteil darüber zu bilden, inwiefern dieselben vielleicht innerhalb gewisser Grenzen eine kräftigere Entwicklung schwächlicher Schüler hemmen können, ohne daſs dies durch die von mir oder durch andere bisher verwendete Verfahren festzustellen wäre. Daſs indessen diese Grenzen weit sind, scheint mir nach den dargestellten Erhebungen sehr unwahrscheinlich, und ich möchte es als einen Vorteil ansehen, wenn der Strom der idealen Forderungen an die Schule, die ein jeder von uns in der Rocktasche herumträgt, vorläufig in meinem Vaterlande eine andere Richtung nähme als diejenige: die Arbeitszeit der Schule noch mehr verkürzen zu wollen. Ich glaube sonst, daſs man der Jugend eher schaden wie nützen werden kann. Denn die Forderungen, die an die Schule zu stellen sind, mögen sonst sein wie sie wollen, eine von ihnen muſs immer darin bestehen, die Schüler ans Arbeiten zu gewöhnen, um sie

auch dadurch für diejenige Konkurrenz, die sie so wie so als Erwachsene durchzukämpfen haben, zu stählen.

Dafs der schädliche Einflufs der Cathedralschule auf die Gesundheit ihrer Schüler kaum gerade grofs sein kann, davon habe ich auch einen Eindruck bekommen mittels Erkundigungen über 38 Schüler der Vorbereitungsschule, die meines Erachtens ein schlechtes, bezw. bleiches Aussehen hatten, ohne an Kopfweh zu leiden. In zwei dieser Fälle waren die Eltern der Anschauung, dafs die Knaben gut aussahen (der eine galt sogar in seiner Familie als »ein reiner Bär«); in zwei Fällen teilten sie mit, dafs das Aussehen der Kinder schon vor Anfang des Schulganges ein bleiches war, dafs es sich aber nach demselben etwas verschlechtert habe. Dagegen stellte sich bezüglich aller übrigen 34 Schüler auf meine ausdrückliche Frage heraus, dafs ihr Aussehen und Befinden sich nach dem Anfange des Schulganges entweder verbessert habe oder — was meistens der Fall — dafs sowohl Aussehen wie Befinden nach wie vor dem Anfange des Schulganges dasselbe gewesen sei. Wenn ich mich bei diesen Untersuchungen an die Vorbereitungsschule gehalten habe, kommt dies daher, dafs man zufolge der früher erwähnten schwedischen und dänischen Untersuchungen erwarten könnte, dafs sich das Aussehen u. s. w. vieler Schüler eben in den untersten Klassen verschlechtert; teils ging ich auch davon aus, dafs die Eltern an das Aussehen der Kinder vor dem Anfange des Schulganges um so leichter erinnern werden, je kürzere Zeit nach demselben vergangen ist. Später habe ich indessen auch sehr oft die schlecht aussehenden Schüler der Mittelschule und des Gymnasiums danach gefragt, wie sie aussahen, als sie noch keine Schule besuchten, und es ist mir sehr selten passiert, dafs sich nicht ihre Antworten vollständig mit den soeben erwähnten deckten.

Hierzu kommt, dafs sich auch bei diesen Untersuchungen in grofser Ausdehnung eine Erblichkeit nachweisen liefs, ein ätiologischer Faktor, den ich überhaupt zufolge der Beobachtungen, die ich über die krankhaften Zustände der Cathedralschüler angestellt habe, sehr geneigt bin, als von überaus grofser Bedeu-

tung für die hier besprochenen Fragen anzusehen. Je mehr ich die kränklich aussehenden oder ausgesprochen krankhaften Schüler studiert habe, um so mehr bin ich davon überzeugt worden, dafs der eigentliche Hauptschlüssel zum Verständnis ihrer Schwächen aufser in ihrem modus vivendi und den übrigen Verhältnissen ihrer Heimat — wo sie ja ohne Vergleich den gröfsten Teil des Tages verbringen —, in ihrer Entstammung zu suchen ist; und um so mehr habe ich bedauern müssen, nur in geringer Ausdehnung dazu Gelegenheit gehabt zu haben, ihre Familie kennen zu lernen. Hätte ich diese Gelegenheit gehabt, fühle ich mich davon überzeugt, dafs eine Erblichkeit in viel gröfserer Ausdehnung, als dies mir bisher gelungen ist, sich als Ursache ihrer Schwächen hätte nachweisen lassen, und dafs es in noch gröfserer Ausdehnung gelungen wäre festzustellen: dafs das Aussehen und die krankhaften Zustände der Kinder dadurch verursacht werden, dafs sie Variationen über dasselbe Thema wie ihre Familie repräsentieren.

Wie dem aber auch sei, dienen auch diese Resultate als Stütze des früher unter dem Abschnitte vom Kopfweh aufgestellten Satze, dafs ein gesunder Schüler aus gesunder Familie jedenfalls nur als ganz seltene Ausnahme durch die Arbeit der Cathedralschule geschädigt wird und umgekehrt: wenn die Schüler der Cathedralschule unzweifelhaft in grofser Ausdehnung schwächlich sind, wird dies, wenn man von seltenen Ausnahmen absieht, in erster Reihe von Verhältnissen verursacht, die aufserhalb der Schule liegen. Gilt dies aber für die Cathedralschule, zweifle ich nicht daran, dafs dasselbe durchgehend auch bezüglich der übrigen höheren Schulen Norwegens gilt, eine Vermutung, die u. a. auch durch eine Mitteilung des Herrn Dr. Henies zu Hamar gestützt wird; trotzdem dafs die Dauer der Hausarbeit an dieser Schule zufolge der vorangehenden Darstellung während des Winters 1899/1900 z. T. als ziemlich hoch angegeben ist, hat dieser erfahrene Schulhygieniker, der als Arzt der besagten Schule angestellt ist, mir mitgeteilt, dafs er mit Ausnahme der Kurzsichtigkeit nie irgend eine »Schulkrankheit« unter den Schülern derselben beobachtet habe.

Anhang.

Krankengeschichten.

A. **Zweifelhaftes Kopfweh.** 3 Schüler; 8—11 Jahre; siehe übrigens den Text.

B. **Kopfweh von kurzer Dauer.** 9 Schüler. a) Ohne bestimmte Krankheit als Ursache. 4 Schüler, z. T. aus schwächlicher Familie. 1. 10 Jahre. Immer etwas bleich. Das Kopfweh dauerte wenige Wochen; sonst zufolge der Mitteilung der Eltern »immer die Gesundheit selbst.« — 2. 13 Jahre. Immer bleich und mager wie der einzige Bruder und beide Eltern; die Mutter an Schwindsucht gestorben. Kopfweh während ca. 2 Monaten einmal alle 8—14 Tage, dauerte wenige Stunden, entsteht besonders durch grofse Ofenhitze, u. a. auch auf der Schule. Ganz geheilt seit dem Frühling 1899; durchschnittlich tägliche Hausarbeit 1900 (2. Mittelklasse): 15 Minuten (lernt sehr leicht). Frühstück und Abendbrot: Milch und Butterbrot; hat Schulessen mit. — 3. Immer bleich wie die einzige Schwester; Mutter an Schwindsucht gestorben. Kopfweh ca. 2 Monate ein- bis zweimal die Woche, besonders bei grofser Ofenhitze, u. a. auch auf der Schule, dauert wenige Stunden. Ganz geheilt seit dem Frühling 1899; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Frühling 1900: 1 Stunde (3. Mittelklasse); Frühstück und Abendbrot: Milch und Butterbrot; Schulessen mit. — 4. 14 Jahre. Kopfweh während ca. 2 Monaten alle 8—14 Tage, »wenn man die Lampen zündet.« Ganz geheilt seit Frühling 1899. — b) Durch bestimmte organische Krankheiten hervorgerufen. 5 Schüler, z. T. aus schwächlicher Familie. 1. Nefritis nach Scarlatina; 9 Jahre. — 2. 9 Jahre. Immer bleich und mager wie 7 Geschwister; immer unregelmäfsiger Stuhlgang mit Obstipation. Kopfweh während ca. 4 Wochen nach einer Angina mit Rückfällen; zur gleichen Zeit oft Schmerzen im übrigen Körper, besonders in den Gliedern. Geheilt seit dem Frühling 1899. — 3. 12 Jahre. Immer bleich und mager mit schlechtem Appetit; Obstipation von langer Dauer; wächst schnell. Kopfweh hin und wieder während mehrerer Jahre; erst häufig während einer Bronchitis, die ein paar Monate gedauert hat; unabhängig vom Lesen. Geheilt seit dem Frühling 1899. — 4. 13 $^1/_2$ Jahre. Diarrhöe während $^1/_2$ Jahr; ist in dieser Zeit bleich geworden; zur gleichen Zeit Kopfweh, welches erst im letzten Monate nach Influenza häufig geworden ist. Geheilt seit dem Frühling 1899; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Frühling 1900 (4., d. h. oberste Mittelklasse): 20 Minuten. — 5. 15 $^1/_4$ Jahr. Tender, sieht sonst gut aus. Kopfweh während einer Bronchitis, die ca. 3 Monate gedauert; fängt auf der Schule oder zu Hause an; unabhängig von Hausaufgaben. Mutter immer kränklich, zwei anämische Schwestern, von denen die eine wegen Blutarmut die Schule während 1 Jahr versäumt hat. Geheilt seit dem Frühling 1899; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Frühling 1900 (1. Latein. Gymnasialklasse): 2 Stunden. Frühstück und Abendbrot: Butterbrot und Milch; hat Schulessen mit.

C. **Kopfweh von langer Dauer.** 43 Schüler. a) Sicher oder wahrscheinlich durch organische Krankheiten verursacht; 5 Schüler,

z. T. schwächlich und von schwächlicher Familie. *α*) Nierenkrankheit? 1. Ca. 9 Jahre. Bleich und schwächlich seit Rhachitis während der ersten Lebensjahre; Kopfweh ca 1 Jahr, ca. einmal die Woche nach körperlicher Anstrengung, oft mit Erbrechen verbunden. Im Januar 1899 wurde einmal Albuminurie gefunden; zweimal fehlte dieselbe. Das Kopfweh hörte vom Frühling 1899 bis 3. Februar 1900 auf; wiederholte sich nun ca. einmal die Woche mit Erbrechen, nebst kontinuierlicher Albuminurie (Harncylinder!) bis im April, als sowohl die letztere wie das Kopfweh verschwanden, nachdem Patient während einiger Wochen auf meinen Rat zum Frühstück Milch statt Kaffee und reichliche Milch zum Vesperbrot erhalten hatte; zu gleicher Zeit bekam er ein Eisenpräparat. Ende Mai besseres Aussehen. Zeichen einer Herzhypertrophie. Vater Epileptiker; Mutter und drei Geschwister angeblich gesund. — 2. 15 $^1/_2$ Jahre. Immer schwächlich und bleich wie sieben Geschwister und die Mutter, die ebenfalls oft an Kopfweh leidet. Das entsprechende Leiden des Knaben hat mehrere Jahre gedauert; dauert oft mehrere Tage nacheinander, wird besser während des Sommers, macht z. T. das Aufgabenlernen unmöglich. Während des Frühlings 1899 kontinuierliche Albuminurie; durchschnittlich täglich Hausarbeit 2 Stunden (oberste Mittelklasse). Besserung während Ende des Schuljahres und der Sommerferien, bedeutende Besserung nach Ende derselben; wieder bedeutend schlimmer Januar 1900, wieder mit kontinuierlicher Albuminurie. (Harncylinder!) Verschlimmerung durch längere Hausarbeit; geht nachmittags selten aus; durchschnittlich tägliche Hausarbeit (1. Latein. Gymnasialklasse): 2 Stunden 50 Minuten. Frühstück und Vesperbrot: Thee und Butterbrot mit Käse; Schulbutterbrot mit Käse. Wurde vorläufig aus der Schule entlassen.

β) Darmkatarrh von langer Dauer. 3. 14 $^1/_2$ Jahre. Grofs; ziemlich bleich. Während ca. 1 Jahr kontinuierlicher Durchfall, mit Kopfweh (ca. ein- bis zweimal die Woche) verbunden; letzteres fängt während der Schulzeit oder nachmittags an. Beide Leiden besserten sich während des Herbstes 1899, und das Kopfweh hörte vor Weihnachten 1899, der Durchfall im Februar 1900 ganz auf. Im Mai fortwährend gesund; durchschnittlich tägliche Hausarbeit im Februar 1900 (oberste Mittelklasse): 1 Stunde 20 Minuten. Frühstück: Hafersuppe, Thee, Butterbrot; Abendessen: Thee, Butterbrot; kein Schulessen. — 4. 14 $^1/_2$ Jahre. Immer bleich und mager wie sein einziger Bruder; wächst schnell. Kopfweh ca. 1 $^1/_2$ Jahr; zu gleicher Zeit häufiges Magenkneifen und unregelmäfsiger Stuhl. Das Kopfweh tritt ca. einmal die Woche auf; entsteht meistens wenn zu stark geheizt wird, u. a. auf der Schule; verschwindet, sobald er in kühlere Umgebung kommt. Magenkneifen und Kopfweh hörten während der Sommerferien 1899 auf, fingen während des Herbstes wieder an, verschwanden aber auf die Dauer, als er Ende desselben Jahres auf Rat seines Arztes u. a. anfing, ein Eisenpräparat nebst Milch und Hafersuppe statt Kaffee und Thee zum Frühstück bezw. Vesperbrot zu erhalten. Im Mai 1900 fortwährend gesund; die durchschnittliche tägliche Hausarbeit war damals (oberste Mittelklasse): 2 $^1/_4$ Stunden.

γ) Hypermetropie. 5. 9 Jahre. Immer bleich, zarter Körperbau, kleine Kräfte, aber besser nach Anfang der Schule. Kopfweh ca. einmal die

Woche während einiger Jahre; geheilt seit dem Frühlinge 1899 durch Konvexbrillen.

b) Trat bei meistens schwächlichen Schülern auf, deren nächste Verwandte ebenfalls an Kopfweh litten. 17 Knaben. 1. 8 Jahre. Immer bleich und zart gebaut; Rhachitis von langer Dauer während der ersten Lebensjahre; Kopfweh nach Anfang des Schulganges, oft mit Erbrechen. Hörte während der Sommerferien 1899 auf; dann selten bis zu Weihnachten desselben Jahres, worauf wieder ein- bis zweimal die Woche, nachmittags. Fortwährend Schmerzen bis im April 1900, als er auf meinen Rat statt Kakao reichliche Milch zum Frühstück erhielt; später gesund. Der Vater bleich, zart gebaut, neurasthenisch, wie der Vater desselben immer viel Kopfweh; von den Geschwistern des Knaben sind vier anämisch; zwei von ihnen leiden an Kopfweh, eins an häufiger Kardialgie. — 2. Brüder des vorangehenden; 14 $^1/_2$ Jahre. Immer bleich und zart gebaut; Kopfweh von mehrerer Jahre Dauer, vielleicht seit vor Anfang der Schule; jetzt ca. einmal die Woche, oft während der Nacht oder wenn er morgens erwacht; dauert auch während des Tages, oft mit Erbrechen. Keine Besserung während der Ferien, wenn er sich nicht im Hochgebirge aufhält. Geht nachmittags selten aus. Ist nach Aussage des Vaters im Laufe der Jahre magrer geworden. Das Leiden war unverändert bis im April 1900, als es angeblich während eines Landaufenthaltes in den Osterferien aufhörte; nähere Examination nebst Anfrage beim Vater ergab jedoch, dafs es schon einige Wochen früher aufgehört hatte, nachdem er zum Frühstück nebst Kaffee und Butterbrot auch angefangen hatte, täglich ein Ei zu essen. Erhielt jetzt aufserdem reichliche Milch und mufste jeden Nachmittag in freier Luft motionieren; im Mai fast ganz geheilt; durchschnittlich tägliche Hausarbeit im April 1900 (oberste Mittelklasse): 2 $^1/_2$ Stunden. Der Vater sieht sehr streng darauf, dafs er viel für die Schule arbeitet. — 3. 14 Jahre. Zarter Bau; sehr hoher Wuchs (im Jahre 1900: 181 cm hoch); gesunde Gesichtsfarbe. Kopfweh bis mehrere Male die Woche während 4 Jahre; fängt meistens morgens beim Erwachen an um wieder verschwunden zu sein, wenn er in der Schule anlangt. Hörte vor den Sommerferien 1899 auf, um später nicht wiederzukehren; durchschnittlich täglich Hausarbeit im April 1900 (oberste Mittelklasse): 1 Stunde. — Sein einziger Bruder (in derselben Schule), 16 $^1/_2$ Jahre, jetzt 183 cm hoch, hat ebenfalls bis in den letzten Jahren an Kopfweh gelitten; der Vater — ebenfalls sehr hoch — leidet fortwährend viel daran. Frühstück und Vesperbrot: Kaffee, bezw. Thee mit Butterbrot; Schulessen. — 4. 12 $^1/_2$ Jahre (5. Vorbereitungsklasse). Hoher Wuchs; mager; sonst gesundes Aussehen. Kopfweh während ca. 4 Jahre, z. Z. oft jeden Tag; mufs deswegen z. T. die Schule verlassen. Hört meistens während der Ferien auf; dies geschah auch im Sommer 1899. Dann wieder häufiger, bis er im November auf meinen Rat täglich Schulessen mitnahm; später fast ganz geheilt. Auch ein Bruder hat häufig an demselben Übel gelitten; ebenfalls seine Mutter und dieser Mutter. Seine Mutter ist sehr neurasthenisch und leidet an Nierenstein; mehrere ihrer Geschwister leiden an Arthritis urica. — 5. 14 $^1/_4$ Jahre. Etwas zart; gute Gesichtsfarbe; häufiges Kopfweh von längerer Dauer; nachmittags nach längerem Lesen;

wird nicht durch Brillen gebessert, hörte während der Sommerferien 1899 auf, war im Februar 1900 wieder häufig. — Von zwei Geschwistern leidet das eine ebenfalls an häufigem Kopfweh; dasselbe galt auch immer die Mutter; durchschnittlich tägliche Hausarbeit im Februar 1900 (oberste Mittelklasse): 1 Stunde 25 Minuten. — 6. 9 Jahre (2. Vorbereitungsklasse). Immer bleich, mager, schlaff, — wie drei seiner vier Geschwister und die Mutter. Wie dieselben häufiges Kopfweh, welches sich ca. jeden Tag einfand und bis zum Neujahr 1900 fortdauerte. Später fast geheilt. Frühstück und Vesperbrot: Milch und Butterbrot; kein Schulessen. — 7. 17 $^1/_2$ Jahre. Hoher Wuchs; bleich; nicht mager. Hat während der letzten 4 Jahre stark gewachsen; zu gleicher Zeit Kopfweh, welches während der Ferien nicht aufhörte. Beginnt meistens morgens beim Erwachen, u. a. oft nach Ferientagen; unabhängig vom Lesen; wird durch Eisenpräparate gebessert. Auch sein Vater und der Vater des letzteren haben viel am selben Übel gelitten; durchschnittlich tägliche Hausarbeit im März 1899 (2 Monate vor dem Abiturientenexamen): 2 $^3/_4$ Stunden. Späteres Verhalten unbekannt. — 8. Gutes Aussehen; 15 $^1/_4$ Jahre. Kopfweh von der Dauer mehrerer Jahre; erst häufig nach einer noch bestehenden Otorrhoe vor 2 Jahren. Beginnt meistens morgens beim Erwachen und hört vormittags auf; unabhängig von jeder Hausarbeit. Die Mutter und ihre Geschwister, aber nicht die Geschwister des Schülers, leiden ebenfalls oft an Kopfweh. Verliefs bald die Schule. — 9. 10 $^3/_4$ Jahre. Immer bleich und zart. Kopfweh schon vor Anfang der Schule, aber später verschlimmert; ca. zweimal die Woche, oft morgens beim Erwachen, oder nachmittags. Hausarbeit ohne jeden Einflufs. Besserung während der Sommerferien 1899, worauf wieder Verschlimmerung; im Frühling 1900 wieder besser, doch im Mai fortwährend ca. einmal die Woche. Frühstück und Abendbrot: Milch und Butterbrot; Schulessen. Der Vater »hatte es während seines Schulganges ganz wie der Junge; oft Kopfweh während des Schuljahres, sonst selten; war ebenfalls von zartem Bau und sah präcis aus wie der Sohn.« — 10. 14 $^1/_2$ Jahre. Immer zart und bleich seit Rhachitis während der ersten Lebensjahre. Kopfweh von mehrerer Jahre Dauer, ca. einmal die Woche, meistens nachmittags während längerer Schularbeit. Hörte im Frühling 1899 auf, wieder schlimmer im Herbste, hat sich aber seit Neujahr 1900 selten wiederholt. Mutter bleich, Kopfweh seit vielen Jahren; eine Schwester immer bleich, vier andere Geschwister aber nicht. Frühstück und Abendbrot: Kaffee bezw. Thee mit Butterbrot; Schulessen; durchschnittliche Hausarbeit nicht notiert. — 11. 11 Jahre. Sehr bleich und mager seit dem 4. Lebensjahre, als er ohne bekannte Ursache zu kränkeln anfing; kurz nach Anfang des Schulganges eine unbestimmbare Krankheit mit Gehirnsymptomen (»der Arzt dachte an einen Eiterheerd des Gehirns«); mufste deswegen die Schule während eines halben Jahres versäumen. Seitdem kontinuierlich Kopfweh ein- bis zweimal die Woche; beginnt abends; dauerte während der Sommerferien 1899, wenn auch weniger schlimm, fort. Dieser Zustand hielt sich bis Neujahr 1900; später nur ca. alle 3 Wochen und sehr wenig intensiv. Frühstück: Hafergrütze, Kaffee, Butterbrot; Abendbrot: Thee, Butterbrot; Schulessen. Auch die Mutter leidet viel am selben Übel.

In Verbindung mit diesen 11 Schülern, deren Vater oder Mutter ebenfalls Kopfweh hatten, sind ferner folgende zu erwähnen: 12. 15 $^1/_2$ Jahre. Bleich seitdem er 6—7 Jahre alt an starker »Blutarmut« litt; wegen derselben mufste er damals die Schule ein halbes Jahr versäumen. Kopfweh seitdem unverändert, ca. 8 Tage nacheinander einmal des Monats. Längeres Lesen ohne Einflufs. Nicht mager. Von sechs Geschwistern leidet eine Schwester kontinuierlich am selben Übel. Seit den Sommerferien 1899 ganz geheilt. Frühstück: Kaffee; Abendbrot: Kakao und Milch mit Butterbrot. Schulessen. — 13. 11 $^1/_4$ Jahre. Immer zartes Aussehen; gute Gesichtsfarbe; Kopfweh ca. 1 Jahr, besonders nach Turnen. Besserung nach den Sommerferien 1899, Verschlimmerung Anfangs 1900; während des Frühlings desselben Jahres ca. einmal die Woche, z. T. mit Erbrechen. Erhielt im April auf meinen Rat zum Frühstück Milch statt Kaffe, wonach bedeutende Besserung; jedoch Ende Mai noch nicht ganz geheilt. — Immer Schulessen. — Vater sehr bleich, ebenfalls zwei Geschwister (besuchen dieselbe Schule); von diesen klagte die eine im Mai 1900 über Kopfweh. — 14. 13 Jahre; etwas bleich; nicht mager; Kopfweh ca. einmal die Woche, von mehrerer Jahre Dauer; beginnt bald auf der Schule, bald zu Hause. Hörte z. Z. der Sommerferien 1899 auf (ob vor oder während derselben konnte nicht festgestellt werden); Verschlimmerung während des Herbstes, sehr selten seit Neujahr 1900; durchschnittlich täglich Hausarbeit Frühling 1900: $^3/_4$ Stunden (3. Mittelklasse). Beide Eltern zart gebaut, neurasthenisch, etwas schwächlich, aber ohne ernstere Krankheit; auch die vier Geschwister des Schülers sind derselben Art; von denselben klagte der eine (Schüler der Kathedralschule) Frühling 1900 über Kopfweh »wenn die Sonne stark schien«; sein Leiden hörte jedesmal nach dem Mittagsessen auf.

Mehr zweifelhaft ist, ob auch die folgenden zur hier erwähnten Kategorie gehören: 15—16. Zwei Brüder, 10 und 12 Jahre. Der jüngere bleich, Kopfweh von langer Dauer, oft jeden Tag, zwingt ihn häufig die Schule zu verlassen. Der ältere sieht ganz gut aus, Kopfweh ca. 1 Jahr, ca. zwei- bis dreimal die Woche, beginnt auf oder nach der Schule; durch längeres Lesen nicht beeinflufst. Das Leiden hörte bei beiden während der Sommerferien 1899 auf; beim jüngeren indessen Recidiv April 1900; Schmerzen jeden Abend. Erhielt nun Frühstück und Abendbrot. Auf meinen Rat zum Frühstück und Abendbrot reichliche Milch statt Kaffee bezw. Thee und wurde sofort aufs neue geheilt. Hat immer Schulessen mit. Bezüglich der Verwandten trotz Nachfrage keine Mitteilungen zu erhalten. — 17. 15 Jahre. Grofs; gesundes Aussehen; Kopfweh von langer, aber unbekannter Dauer, ca. alle 14 Tage, beginnt morgens beim Erwachen um meistens aufgehört zu sein, wenn er in der Schule anlangt. Von seinen sechs Geschwistern ist einer (11 Jahre) anämisch und leidet oft an Kopfweh. Verliefs bald die Schule; andere Angaben nicht erhaltbar.

c) Das Kopfweh trat bei schwächlichen Schülern auf, deren Familie erblich disponiert war ohne an Kopfweh zu leiden.

10 Schüler. 18. Mager und bleich, seitdem er nach einer Verbrennung wegen einer fractura femoris im 12. Jahre während 4 $^1/_2$ Monaten das Bett

hüten mufste; wohnte bis vor einigen Jahren auf dem Lande; seit dann einige Besserung. Das Kopfweh ist während der Sommerferien weniger intensiv, ohne indessen ganz aufzuhören; beginnt vor- oder nachmittags; hat es erst angefangen, wird es durch Hausarbeit schlimmer, wird aber sonst nicht von dieser beeinflufst. Dauert oft mehrere Tage nacheinander; wird nicht durch Eisenpräparate gebessert. — Einige Besserung ohne Heilung während der Sommerferien 1899; im folgenden Schuljahre wieder wie früher. Sieht recht scharf, aber leidet an Hemeralopie; hat einen Augenspezialisten konsultiert, der jedoch nichts bezüglich des ophthalmoskopischen Befundes mitteilen konnte. Auch eine Schwester, die an Gehirnentzündung gestorben, war hemeralopisch. Die Eltern sind Vetter und Kousine; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Frühling 1900 (2. Realgymnasialklasse): 2 $^1/_2$ Stunden. Frühstück: Milch, Hafersuppe, Butterbrot, Ei; Abendessen: Hafersuppe, Ei; öfter kein Schulessen. — 19. 13 Jahre. Hoher Wuchs; immer bleich; versäumt oft die Schule. Kopfweh nach einem Rheumatismus acut. im 7. Jahre; Verschlimmerung nach Diphtherie vor 3 Jahren; kurze Zeit nachher eine seröse Pleuritis. Das Kopfweh beginnt besonders nach Körperanstrengungen und nachmittags nach längerem Lesen (hat fast keine Hausarbeit; Schüler der 5. Vorbereitungsklasse). — Eine Schwester litt vor einigen Jahren an tuberkulöser Peritonitis und leidet jetzt an Lungentuberkulose; die Mutter mager, taub nach Otorrhoe, hustet leicht; der Vater Diabetiker seit vor Geburt des Schülers. Das Kopfweh besserte sich während der Sommerferien 1899; wieder schlimmer im Mai 1900. Frühstück: Kaffee, Butterbrot; selten Schulessen; oft kein Abendessen. Sein Aussehen war während des Schuljahres 1899—1900 besser wie früher. — 20. 16 Jahre. Gewöhnliche Gesichtsfarbe; hat während des letzten Jahres stark gewachsen; zu gleicher Zeit ist sein Aussehen zarter, seine Efslust geringer und der Stuhl obstruiert geworden. Verliefs bald die Schule; durchschnittlich tägliche Hausarbeit 2 Stunden (oberste Mittelklasse). Einer seiner Brüder hat an chronischen Drüseneiterungen am Halse gelitten und sieht sehr bleich und kränklich aus (besucht dieselbe Schule). Eine Schwester Spitzenkatarrh; zwei andere Geschwister zartes Aussehen. Eltern angeblich gesund. — 21. 15 $^1/_2$ Jahre. Immer bleich, zart, kränklich; Rhachitis während der frühen Kindheit. Häufiges Kopfweh während vieler Jahre, mehrere Male die Woche, Besserung während der Sommerferien, aber auch dann nach Laufen und wenn er warm wird; sonst nach längerem Lesen. Drüsenschwellungen am Halse; Spur von Eiweifs im Harn. Mutter Magengeschwür, bleich; drei bleiche Geschwister, von denen eines auf schwache Brust verdächtig; durchschnittlich tägliche Hausarbeit: 3 Stunden (oberste Mittelklasse). Verliefs bald die Schule. — 22. 17 Jahre. Grofs, bleich nachdem er vor 3 Jahren vom Lande nach der Stadt kam. Kopfweh nach Scorbut vor 5 Jahren, ca. alle 14 Tage, nachmittags nach längerem Lesen; hörte während der Sommerferien 1899 auf; später gesund; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Februar 1900: 2 Stunden 50 Minuten (3. Lateingymnasialklasse). Mutter Schwindsucht, an der auch ihr Vater gestorben; Vater und zwei von den fünf Geschwistern des Schülers sehr bleich und mager. Verliefs bald die Schule. — 23. 16 $^1/_2$ Jahre. Immer bleich. Kopfweh ca. 5—6 Jahre, einmal alle 8—14 Tage, oft morgens beim

Erwachen oder vormittags; mufs sich dann häufig zu Bett legen. Verliefs bald die Schule. Vater leidet seit vor Geburt des Schülers an einer unbestimmbaren Unterleibskrankheit mit geschwollener Milz, z. T. auch Ascites und Blutbrechen; ist sehr bleich. Auch die Mutter und fünf Geschwister des Schülers sind alle bleich. — 24. 13 $^{1}/_{2}$ Jahre. Immer bleich, klein und mager. Kopfweh noch während des letzten Jahres, ca. alle 8—14 Tage, mittags oder abends nach längerem Lesen. Geheilt seit Frühling 1899; durchschnittliche täglich Hausarbeit Frühling 1900 (3. Mittelklasse): $^{5}/_{4}$ Stunden. Frühstück und Abendessen: Kaffee bezw. Thee mit Butterbrot; Schulessen. Während der Dauer des Kopfwehs einige Male Eiweifs im Harne, welches mit dem Kopfweh verschwand. Ist nach Aussage des Vaters »das genaue Ebenbild der Mutter«; letztere war immer schwächlich und mufste deshalb während der Kindheit die Schule während 1 Jahr versäumen. Seine zwei Geschwister sind stärker und dem Vater ähnlich. — 25. 13 $^{1}/_{2}$ Jahre (5. Vorbereitungsklasse). Immer bleich; träger Gesichtsausdruck; etwas Exophthalmus und Struma, normaler Puls. Kopfweh seit mehreren Jahren, vielleicht seit vor Anfang des Schulganges; ca. dreimal die Woche nach dem Mittagsessen. Besserung während der Sommerferien und des Herbstes 1899, worauf wieder schlimmer; erhielt Frühling 1900 ein Eisenpräparat und reichliche Milch statt wie früher Kaffee bezw. Thee (selten ein Ei) zum Frühstück und Abendessen. Später bedeutend besser, jedoch im Mai noch nicht ganz geheilt. Mutter sehr nervös; von vier Geschwistern ist eines sehr bleich; Vater gestorben (Herzfehler). — 26. 18 $^{1}/_{2}$ Jahre. Immer etwas bleich; Kopfweh nach Chorea im 7. Jahre, nach längerem Lesen; wird durch Obstruktion, an die er wie Mutter und sechs Geschwister immer gelitten, verschlimmert; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Frühling 1899 (3. Lateingymnasialklasse): 3 Stunden. Verliefs die Schule. — 27. 10 Jahre. Immer bleich; sonst gutes Aussehen. Kopfweh während mehrerer Jahre, wie es scheint seitdem er vor Anfang des Schulganges mehrere Male schwer auf den Kopf gefallen war. Hörte während der Sommerferien 1899 auf; später gesund bis im Mai 1900, als die Schmerzen sich mehrere Male die Woche abends wiederholten; kein Schulessen. Frühstück und Abendessen: Kaffee bezw. Kakao und Butterbrot; von vier Geschwistern ist eine Schwester sehr anämisch.

d) D a s K o p f w e h t r a t a l s F o l g e e i n e r n i c h t v o n d e r S c h u l e v e r u r s a c h t e n A n ä m i e o d e r S t ö r u n g d e r E r n ä h r u n g a u f; M i t t e i l u n g e n ü b e r d i e F a m i l i e l i e g e n n i c h t v o r. 9 Schüler. 1. 10 Jahre. Bleich; kleine Kräfte seit Keuchhusten mit langedauerndem Nasenbluten im 3. Jahre. Kopfweh während der letzten 6 Monate, nachdem er täglich $^{3}/_{4}$ Stunde nach und von der Schule per Bahn fahren mufste; fängt beim Nachhausekommen an, um kurze Zeit nach dem Mittagessen aufzuhören. Verliefs bald die Schule. — 2. 12 $^{1}/_{2}$ Jahre. Immer bleich, klein und zart; langedauerndes Kopfweh, kann nicht genau sagen seit wann; ca. alle 14 Tage nachmittags; Besserung während der Sommerferien und des Herbstes 1899, später fast geheilt; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Frühling 1900 (2. Mittelklasse): 20 Minuten. Frühstück und Abendessen: Chokolade bezw. Thee und Butterbrot; Schulessen. — 3. 12 Jahre. Immer bleich.

Täglich $^1/_2$ Stunde Eisenbahn nach und von der Stadt; Kopfweh ca. einmal wöchentlich, meist beim Nachhausekommen von der Bahn, hört nach dem Mittagessen auf (siehe No. 2); z. T. beginnt es auch morgens und kann ihn dann dazu zwingen, die Schule zu versäumen; Besserung während der Sommerferien 1899, Verschlimmerung während des Herbstes, worauf nach Neujahr 1900 ganz geheilt durch Verabreichung eines Eisenpräparates. Im Februar 1899 wurde zweimal Eiweifs im Harn nachgewiesen; im April 1900 fehlte es. — 4. 13 Jahre. Immer bleich, klein, zart; Kopfweh während einiger Jahre, ca. einmal die Woche, nie intensiv, z. T. nachmittags, meistens morgens beim Aufstehen, um während des Vormittags aufzuhören. Während der Sommerferien 1899 fast ganz geheilt; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Frühling 1900 (2. Mittelklasse): 25 Minuten. — 5. 15 Jahre. Immer bleich, Kopfweh ca. 2 Jahre, ca. zweimal die Woche, fängt auf der Schule oder nachmittags an. Während der Sommerferien und des Herbstes 1899 unverändert; später fast geheilt nach Verabreichung eines Eisenpräparates. Kein Schulessen. Frühstück und Abendessen: Butterbrot und Thee; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Frühling 1900 (obere Mittelklasse): $^3/_4$ Stunde. — 6. 15 Jahre. Immer klein und bleich; der schwächlichste unter vier Geschwistern. Kopfweh ca. 5 Jahre, ca. einmal die Woche, meistens morgens beim Aufstehen, selten nachmittags nach längerem Lesen. Hörte während der Sommerferien 1899 auf; Verschlimmerung im Herbste; fing im November auf meinen Rat an nachmittags fleifsig auszugehen, welches er früher nie gethan. Später gesund; durchschnittlich tägliche Hausarbeit April 1900 (oberste Mittelklasse): 1 Stunde 20 Minuten. Frühstück: Kaffee, Butterbrot, 1 Glas Milch; Abendessen: Thee, Butterbrot; kein Schulessen. — 7. 15 $^3/_4$ Jahre. Immer bleich und zart; Kopfweh seit vielen Jahren; Verschlimmerung nachdem er vor 1 Jahre nach Christiania umzog; ca. einmal die Woche, meistens morgens beim Erwachen, hört während des Vormittags auf. Unbeeinflufst durch Lesen; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Frühling 1899 (1. Lateingymnasialklasse): 1 $^1/_2$ Stunde. Kontinuierliche Otorrhoe seit Scharlach im 5. Jahre. Verliefs kurz darauf die Schule; andere Mitteilungen nicht zu erhalten. — 8. 16 $^1/_2$ Jahre. Bleich, mager, matt; kontinuierliche Kardialgie seit vor Anfang des Schulganges. Kopfweh seit mehreren Jahren, oft viele Male die Woche, beginnt mit Übelkeit nach längerem Lesen. Abends, jedoch auch auf der Schule. Bedeutende Besserung vor Anfang der Sommerferien 1899; ganz geheilt während derselben; später sehr selten, aber fortwährend Kardialgie. Frühstück: Milch und Butterbrot; Abendessen: Thee und Butterbrot; Schulessen; durchschnittlich tägliche Hausarbeit Frühling 1900 (2. Lateingymnasialklasse): 1 $^1/_2$ Stunde. — 9. 13 $^1/_2$ Jahre. Gesundes Aussehen. Kopfweh seit Scharlach vor 1 Jahre, ein paar Mal wöchentlich, teils vor-, teils nachmittags. Unbeeinflufst durch längeres Lesen. Verliefs kurz darauf die Schule.

e) Das Kopfweh trat bei anscheinend gesunden Schülern auf; Angaben über die Verwandten fehlen. 2 Schüler. 1. 8 Jahre. Gesundes Aussehen. Kopfweh seit vor Anfang des Schulganges, Verschlimmerung nach wiederholten Erkältungen, nach Masern vor einem halben

Jahre. Ganz geheilt vor den Sommerferien 1899 (später wiederholt untersucht). — 2. 13 Jahre. Sehr gesundes Aussehen. Kopfweh ca. 1 Jahr, ca. einmal die Woche, beginnt meistens morgens beim Erwachen, seltener vormittags, dauert bis nachmittags. Unbeeinflußt durch Lesen, Turnen u. a. Körperanstrengungen, Besserung nach den Mahlzeiten, nicht aber während der Ferien. Unverändert bis im April 1900, als er morgens reichliche Milch erhielt. (Früher Frühstück: Kaffee, Butterbrot; Vesperbrot: Milch, Butterbrot; Schulessen.) Durchschnittlich tägliche Hausarbeit April 1900 (3. Mittelklasse): 1 Stunde.

Zur Frage des Einflusses der Luftfeuchtigkeit auf die Wasserverdunstung durch die Haut.

Von

Privatdozent Dr. **Heinrich Wolpert.**

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Bereits 1875 hat Erismann, im IX. Band der »Zeitschrift für Biologie«, über die Wasserverdunstung durch die Haut eine, soweit tote Hautstücke und lebende Hautbezirke in Betracht kommen, ziemlich umfassend erscheinende Untersuchung veröffentlicht, welche aber bis heute, nach einer Seite hin, einer Ergänzung harrt.

Nach einer Zusammenfassung der Litteratur, wobei besonders die Arbeiten von Séguin (1789), Valentin, Krause, Weyrich, Röhrich, Reinhard kritisch besprochen werden, teilt Erismann Versuche über die Wasserverdunstung von der Oberfläche toter Hautstücke und Körperteile, auch ganzer Leichname mit, und geht schliefslich zum lebenden Körper über, indem an der Wasserdampfabgabe begrenzter Hautbezirke, bezw. Körperteile, besonders eines Armes, die Einwirkung verschiedener Bedingungen, hier wie vor namentlich: Temperatur und Bewegung der Luft, studiert wird. In Weiterführung letzterer Versuche, welche jedenfalls einen sicheren Rückschlufs auf die Wasserabgabe der gesamten Hautoberfläche nicht zulassen, sind seither, hauptsächlich durch Arbeiten unseres Laboratoriums, diese Bedingungen mit Hilfe des Pettenkoferschen Respirationsapparates am ganzen Körper des Lebenden studiert und in ihrer

Wirkung, qualitativ wie quantitativ, sicher erkannt worden. Den Versuchen Erismanns ersterer Art, an toten Hautstücken, haftet jedoch noch der Mangel eines fundamentalen Versuchs über den isolierten Einfluſs der Luftfeuchtigkeit an.

Erismann fand in den hierher gehörigen Versuchen (a. a. O. S. 12) zwar ein Ansteigen der Verdunstung mit der Temperatur, nämlich von 3,7 bis 37 mg pro 1 qcm bei 2° bis 36°; er hält dabei jedoch nicht auf gleiche Luftfeuchtigkeit, seine wärmere Luft ist gleichzeitig auch trockener, wie aus zwei Stellen der Arbeit hervorgeht: Da die Versuche im Winter vorgenommen wurden, so muſsten diejenigen Experimente, welche eine Temperatur von 20° C. und darüber erforderten, im Brutofen vorgenommen werden, »wo natürlich die groſse Trockenheit der Luft die Wasserverdunstung sehr begünstigte«; ferner: Die Erscheinung, daſs bei höheren Temperaturen, dieselbe Temperaturdifferenz ein viel erheblicheres Anwachsen der Verdunstung bewirkte als bei tiefen Temperaturen, »hängt wohl innig mit der geringen relativen Feuchtigkeit der Luft bei den angewandten höheren Temperaturen zusammen« (also damit, daſs über 20° bis 36°, die wärmere Luft zufällig gleichzeitig, wie es scheint, um so trockener, je wärmer war; Messungen der verschiedenen relativen Feuchtigkeiten wurden aber offenbar nicht ausgeführt).

Zugegeben aber, diese Erklärung Erismanns treffe zu; und damit zugegeben auch, es sei von vornherein wahrscheinlich, sozusagen »natürlich«, daſs durch die (tote) Haut bei gleichen Temperaturen in trockener Luft wesentlich mehr Wasser als in feuchter Luft verdampfe; so kann trotzdem, zumal uns doch nur der Versuch über die Gröſse eines Einflusses eine Vorstellung verschafft, der experimentelle Nachweis hierfür nicht als überflüssig erachtet werden.

Diesen Nachweis führte ich durch Parallelversuche in folgender Weise, indem ich mich ebenfalls der Krause-Erismannschen Vorrichtung bediente:

Zwei annähernd gleich weite, unten hufeisenförmig gebogene Trichter von etwa 4½ cm oberer Öffnungsweite füllte ich mit Wasser und band über der Trichteröffnung je ein Stück Haut,

und zwar von derselben Körpergegend (Bauch) einer und derselben Leiche, in der Weise fest, dafs die Epidermis nach oben, das Corium aber der Wasserfläche zugewendet war. Luftblasen, die zwischen Wasser und Haut zurückblieben, wurden vertrieben, so dafs in beiden Fällen Corium und Wasseroberfläche sich innig berührten. Auf die Haut klebte ich je ein rundes Stück Kartonpapier (Millimeterpapier) mit einem mittleren Ausschnitt von genau 10 qcm, und bedeckte alsdann sowohl die Papieroberfläche, als auch rund herum die überstehende Haut mit einer dicken Wachsschicht. Das enge Ende der Trichterröhre wurde horizontal abgeschliffen und mittels eines angesteckten, ebenfalls abgeschliffenen Glasstabes verschlossen. Zwei niedrige Bechergläser, in welche die Vorrichtungen eingestellt wurden, dienten als Ständer.

Durch diese Anordnung war die Verdunstung von allen Teilen der Haut, mit Ausnahme des innerhalb des Papierringes befindlichen Stückes, verhindert, und der Gewichtsverlust der Vorrichtungen innerhalb einer bestimmten Zeit (24 Stunden) ergab durch Division mit 10 die Menge des von 1 qcm der Hautoberfläche in der Beobachtungsdauer verdunsteten Wassers.

Für die Ausführung der Versuche war die Höhe der Lufttemperatur an sich ziemlich gleichgültig; sie mufste jedoch in den anzustellenden Parallelversuchen (trockene Luft—feuchte Luft) thunlichst die gleiche sein. Die Wahl einer nicht zu hohen Lufttemperatur schien gewisse Vorteile zu bieten. Ich durfte hoffen, dabei weniger Störungen durch zeitliche und räumliche Temperaturungleichheiten, welche voraussichtlich im stark geheizten Zimmer leicht auftreten würden, zu erfahren. Aber anderseits mufste auch eine sehr niedrige Temperatur, wodurch vermutlich die Gewichtsdifferenz der Wägungen, zumal bei den Versuchen in feuchter Luft, eine gar zu geringfügige würde, vermieden werden. Als einen geeigneten Versuchsraum wählte ich daher ein ungeheiztes Zimmer mit etwas niedriger, jedoch möglichst gleichmäfsiger Temperatur und einer hohen Luftfeuchtigkeit aus. Die Lufttemperatur zeigte daselbst während der zweitägigen Versuchsdauer überhaupt keine in Betracht kommenden Schwankungen, sie betrug minimal 15,0° und maximal 15,6° gleich-

mäfsig im ganzen Raum. Die relative Luftfeuchtigkeit im Zimmer betrug im Mittel 85 %, sie bewegte sich zwischen 82 und 88 %.

Es handelte sich nun darum, einen Trockenraum von gleicher Temperatur herzustellen. Zu diesem Zwecke wurden auf der Bodenfläche eines grofsen, in dem gleichen Zimmer aufgestellten Glaskastens[1]) Stücke von Chlorcalcium ausgebreitet mit dem Erfolg, dafs, bei gleicher Thermometeranzeige wie in der feuchten Aufsen- (d. i. Zimmer-) luft, innen im Kasten während der ganzen Versuchsdauer eine relative Feuchtigkeit von nur ungefähr 20 % (18 bis 23 %) herrschte.

Nachdem die beiden Verdunstungstrichter, noch ungewogen, über Nacht im Trockenkasten aufbewahrt waren, wurde am nächsten Morgen ihr Gewicht festgestellt und der Versuch begann.

Zunächst stellte ich, für die Dauer des ersten Versuchstags, Vorrichtung I in der feuchten, äufseren Zimmerluft auf, und Vorrichtung II wurde in den Trockenkasten zurückgebracht. Nach 24 Stunden wog Vorrichtung I, deren Anfangsgewicht (inclusive Becherglas) 93,826 g betragen hatte, nur noch 93,699; Vorrichtung II aber hatte weit stärker abgenommen, ihr Gewicht war von 99,192 auf 98,973 g gesunken.

Die Gewichtsdifferenz betrug im ersten Falle in der feuchten Luft 127 mg absolut = 12,7 mg auf 1 qcm in 24 Stunden; im zweiten aber, in der trockenen Luft, 219 mg absolut = 21,9 mg auf 1 qcm in 24 Stunden.

Hiermit konnte die gestellte Aufgabe als gelöst, der gewünschte Nachweis als geführt gelten.

Zur gröfseren Sicherheit in quantitativer Hinsicht wechselte ich für die Dauer eines zweiten Versuchstages, welcher sich unmittelbar an den ersten anschlofs, die beiden Vorrichtungen um: I kam in die trockene, II in die feuchte Luft, und nun mufste in den Gewichtsabnahmen eine Umkehr eintreten. In der That zeigte Vorrichtung I nach den zweiten 24 Stunden fast

1) Es ist dies derselbe Kasten, welcher seiner Zeit in den von Rubner und Heubner publizierten Stoffwechselversuchen an Säuglingen als Respirationsraum gedient hatte. Vgl. Zeitschr. für Biologie 1897.

die gleiche Abnahme wie zuvor II, nämlich um 204 mg (Endgewicht 93,495 g), und Vorrichtung II nahm sogar genau gleichviel ab wie zuvor I, nämlich um 127 mg (Endgewicht 98,846 g).

Aus den beiden Paralellversuchen ergibt sich demnach:

In 24 Stunden verdunstete durch 1 qcm Haut, bei 15° Lufttemperatur, im Mittel: a) 12,7 mg Wasser in feuchter Luft von 85% der Sättigung (was, auf 20000 qcm und die Stunde berechnet, etwa 10 g ausmachen würde), und b) 21,2 mg Wasser in trockener Luft von 20% der Sättigung (d. i. ungefähr 18 g auf 20000 qcm und 1 Stunde).

Diese Verdunstungsgröfsen sind, wie hervorgehoben sei, nur vergleichsweise, nicht als absolute Werte von Belang; fand doch Erismann beispielsweise für die mit einer dicken Epidermis versehene Haut der Fufssohle fast die doppelte Abgabe gegenüber der Haut des Bauches, und ebenso Verschiedenheiten für Haut von derselben Körperstelle verschiedener Individuen.

Allgemein dürfte sich das Resultat der vorliegenden Untersuchung, wie folgt, zusammenfassen lassen:

Die relative Feuchtigkeit der Luft hat auf die Wasserverdunstung durch die (tote) Haut einen eminenten Einflufs; bei gleichen Temperaturen verdampft in sehr trockener Luft ungefähr doppelt so viel Wasser durch die (tote) Haut als in sehr feuchter Luft.

Die Wasserdampfabgabe der menschlichen Haut im eingefetteten Zustand.

Von

Privatdozent Dr. **Heinrich Wolpert.**

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Von Momenten, welche naheliegenderweise die Wasserdampfausscheidung des Menschen beeinflussen könnten, sind bisher unter anderen in exakten Respirationsversuchen einem näheren Studium unterzogen worden: Temperatur, Feuchtigkeit und Bewegung der Luft, Kleidung, körperliche Arbeit, Wassertrinken, Alkoholgenuſs u. dergl. m. Ob auch eine entsprechende Pflege der Haut und speziell Einreibungen mit Salben einen Einfluſs auf die Wasserabgabe ausüben, darüber scheinen zuverlässige experimentelle Erhebungen nicht gemacht zu sein.

Zwar meint Krause: Ein Überzug der Epidermis von Fett verringert die Ausdünstung (Wagners Handwörterbuch, Bd. II, S. 136). Er gibt jedoch keine Belegversuche an; und man darf wohl um so mehr annehmen, daſs dies eine theoretische Mutmaſsung war, als daselbst ferner gesagt wird: Die Ausdünstung wird auch vermindert durch Ruhe, vermehrt durch Bewegung der Atmosphäre — eine Behauptung, welche späterhin als durchaus irrig erwiesen wurde.

Systematische Untersuchungen über die Wasserdampfabgabe der eingefetteten Haut sind aber nach mehr als einer Seite hin, auch nach der therapeutischen Richtung nicht unwichtig, und niemand kann wohl mit Sicherheit im voraus ermessen, um welche ungefähre Gröſse die Wasserausscheidung bei verschiedenen

Lufttemperaturen durch die Einfettung sich beeinflussen lasse, wenn eben nicht genaue Versuche vorliegen. Ist doch die Wasserdampfabgabe der Haut ein Vorgang, welcher, wie Krause (1844) schon richtig hervorhebt, »teils den allgemeinen physikalischen Gesetzen der Verdunstung folgt, teils von lebendigen Thätigkeiten im Innern des Körpers abhängig ist«.

Die Versuche, welche ich anstellte, teilen sich in Versuche mit toten Hautstücken, von denen ich ausging (Vorversuche), und in die eigentlichen Perspirationsversuche am Lebenden.

Versuche mit toten Hautstücken.

Hierzu bediente ich mich der Krause-Erismannschen Verdunstungsvorrichtung, d. h. im wesentlichen: eines mit Wasser gefüllten Glastrichters, über welchen, die Epidermis nach aufsen gerichtet, ein Stück Haut aufgebunden war (vgl. vorstehende Veröffentlichung). Zur Vornahme von Parallelversuchen wurden zwei derartige Verdunstungstrichter, beide mit Haut von derselben Körperstelle einer und derselben Leiche bezogen, zusammengestellt. Die verdunstenden Hautoberflächen wurden in beiden Fällen genau gleich, je 10 qcm grofs normiert. Die Haut der einen Vorrichtung fettete ich mit Lanolin ein. Beide Vorrichtungen wurden alsdann gewogen und in einem Versuchsraum, dessen Lufttemperatur konstant auf 15°, bei 20% relativer Feuchtigkeit, gehalten wurde, untergebracht. Nach 24 und 48 Stunden wurde wieder gewogen.

Während des ersten Versuchstages nahm die mit der normalen Haut überspannte Vorrichtung um 211, während des zweiten um 199, im Mittel also in 24 Stunden um 205 mg an Gewicht ab. Die Gewichtsabnahme der eingefetteten Haut war geringer, letztere wurde am ersten Tag nur um 80, am zweiten um 74, im Mittel in 24 Stunden um 77 mg leichter.

Da in beiden Fällen, wie erwähnt, die Gröfse der freien Hautoberfläche zu 10 qcm gewählt war, so verdampften im Mittel pro Tag von 1 qcm Hautoberfläche:

a) 20,5 mg Wasser von 1 qcm der unveränderten Haut,
b) 7,7 » » » 1 » » eingefetteten Haut.

Durch die Einfettung war somit die Wasserverdunstung sehr beträchtlich, auf etwa $^{10}/_{25}$ herabgesetzt worden; und es konnte danach erwartet werden, dafs Perspirationsversuche am Lebenden ein ähnliches Resultat ergeben würden.

Versuche am Lebenden. Methodisches.

Zu den Perspirationsversuchen am Lebenden bediente ich mich des gleichen Kastenapparats wie Schierbeck[1]) und Nuttall[2]), an dem ich einige Abänderungen traf, worüber zunächst berichtet werden soll.

Während Schierbeck und Nuttall den Körper der Versuchsperson exclusive Kopf untersuchten, indem sie diese den Kopf, durch einen Ausschnitt im Deckel des Kastens hindurch, nach aufsen stecken liefsen und, zwecks Abdichtung, einen »ziemlich stramm zugeschnürten« Gummikragen ihr um den Hals legten, untersuchte ich die ganze Körperoberfläche mit Einbezug des Kopfes, indem ich den Kastendeckel mit einem Aufsatz versah und die Versuchsperson durch eine daran angebrachte Röhre nach aufsen atmen liefs.

In Vergleichsversuchen zeigte sich sofort, dafs die Versuchsperson diesem Modus vor dem beengenden Halskragen den Vorzug gab. Die Abänderung erscheint mir auch insofern eine Verbesserung zu sein, als es bei Anwendung des Gummikragens immerhin nicht ausgeschlossen war, dafs dieser sich während des Versuchs, mit und ohne Zuthun der Versuchsperson, lockerte und alsdann, wie schon Schierbeck hervorhebt, geringe Mengen Luft auf diesem Wege in den Kasten gelangen konnten. Wenn Schierbeck aber diesen Umstand als gleichgültig anzusehen geneigt ist, »da diese Luft von derselben Zusammensetzung ist wie die übrige einströmende Luft«, so kann ich dieser Auffassung nicht vollkommen beipflichten.

Ohne Belang wäre diese Undichtigkeit nur dann, wenn sie sich in nächster Nähe der regelrechten Einstromöffnung befände; sie befindet sich aber ganz im Gegenteil in unmittelbarer Nähe der

---

1) Schierbeck, Dieses Archiv, Bd. 16 (1893), S. 218.

2) Nuttall, Ebenda, Bd. 23 (1895), S. 185.

Abstromöffnung, und die Folge davon ist: dafs die auf diesem falschen Wege etwa eingesaugte Luft alsbald, ohne genügende Mischung und ohne über den Körper hinwegzustreichen, nach der Abzugsröhre übertritt. Hierdurch mufs das Ergebnis der Versuche in ganz ähnlicher Weise getrübt werden (zu niedrig ausfallen), wie wenn das Kastenende der Abzugsröhre selbst undicht wäre. Ohne Belang wären übrigens Lockerungen des Kragens auch bei Anwendung der ursprünglichen Einrichtung, wenn die obere Öffnung für den Zustrom statt für den Abstrom, und für letzteren die untere Öffnung benutzt würde.

Den Hauptvorteil der Abänderung erblicke ich darin, dafs die gesamte Körperoberfläche wirklich untersucht, nicht von einem Körperteil wie der Kopf, dessen Oberfläche auf manche Versuchsbedingungen in erster Linie reagiert (Stirnschweifs!), abgesehen wird. Allerdings läfst sich der gefundene Versuchswert, durch einen Zuschlag für das nicht untersuchte Hautstück im Verhältnis der beiden Oberflächen, einer Korrektur unterziehen. Einer solchen Korrektur haftet aber immer etwas Mifsliches an, und sie ist schwerlich exakt. Denn auch abgesehen von der relativ ungleichen Anzahl von Schweifsdrüsen auf den beiden Hautbezirken, dürfte von vornherein durchaus nicht sicher stehen, dafs die Wirkung äufserer Bedingungen, bei Nichteinbezug des Kopfes, genau die gleiche sein müsse wie bei Einwirkung der Bedingungen auf die ganze Körperoberfläche. Ich möchte vielmehr glauben, dafs beispielsweise eine sehr hohe Lufttemperatur, hohe Feuchtigkeitsgrade der Luft weit leichter ertragen werden und andere Versuchswerte für die Ausscheidungen der Haut erwarten lassen, wenn die Versuchsperson mit dem Kopf sich aufserhalb der erschwerenden Versuchsbedingungen befindet.

Die Dichtung des Deckels an seinen Rändern geschah früher durch Einsetzen dieser Ränder in eine mit Öl gefüllte Rille (Schierbeck a. a. O. S. 218). Dabei war unvermeidlich erstens, dafs beim Abnehmen des Deckels Öltropfen den Fufsboden des Zimmers und zuweilen auch die Kleider des Experimentierenden beschmutzten, und zweitens wurde durch den äufseren Überdruck, im Verlauf des Versuchs, nicht selten Öl nach innen eingeprefst

und benetzte dann in dünner Schicht die Innenwände des Kastens. Der klebrige Überzug war eine Unannehmlichkeit für die Versuchsperson beim Einsteigen und Herausklettern aus dem Kasten und vereitelte das Erkennen einer während des Versuchs etwa stattgehabten Kondensation.

Das Öl in der Rille wurde daher durch eine Gummidichtung ersetzt; der Deckel ruhte auf gewöhnlichen Gummischläuchen, welche in die Rille eingesetzt wurden. Diese Dichtung war sichtlich mindestens ebenso zuverlässig wie die durch Öl bewirkte, ich halte sie für vollkommen; sie brauchte übrigens einen absoluten Abschlufs nicht zu gewährleisten, da, aus gleich zu erörterndem Grunde, die Ventilationsrichtung im Kasten von oben nach unten, nicht mehr von unten nach oben gewählt wurde.

Es zeigte sich nämlich, dafs in der unteren Hälfte des Kastens, besonders auf seinem Boden, aber auch in der oberen (Abstrom-) Röhre unter manchen Versuchsbedingungen aufserordentlich leicht Kondensation von Wasserdampf eintrat, ein Übelstand, mit dem bereits Schierbeck und noch mehr Nuttall viel zu kämpfen hatten (Nuttall a. a. O. S. 189). Ich suchte diesen Übelstand zu beseitigen, indem ich eine Reihe von Vorkehrungen traf, alle in der Absicht, die Luft auf ihrem Weg, von der Einstrom- zur Abstromöffnung und bis in letztere hinein, progressiv anzuwärmen.

Der Kasten stand bisher auf dem Fufsboden des Zimmers mit seinem ganzen Boden auf, konnte jedoch auf folgende Weise angewärmt werden: Der hintere, untere Raum des Kastens wurde von einem, von aufsen füllbaren, gleichzeitig als Bank dienenden Wasserbehälter aus Blech eingenommen. Dieser Behälter war seitlich, in mittlerer Höhe, nach aufsen hin mit einem blind endigenden Röhrenfortsatz versehen, sodafs wie bei Plantamours Trichter das Wasser im Hauptbehälter, durch eine unter den Röhrenfortsatz gestellte Bunsenflamme, angewärmt werden konnte. Die Einstromröhre befand sich unten und führte durch den Wasserbehälter (die Bank) hindurch; abgeführt wurde die Luft oben. Nachdem ich mich wiederholt überzeugt hatte, dafs

nach diesem interessanten Prinzip eine gleichmäſsige Erwärmung des Wasserbehälters nicht zu erreichen war, und insbesondere, daſs die untere Hälfte des Behälters sich auf Stunden hinaus noch kalt anfühlte, während die Sitzfläche der Bank längst warm war, ferner auch der Luftraum des Kastens im Versuch unten kalt und oben warm war, sah ich von der weiteren Benutzung der Anwärmung von der Seite her ab und traf folgende Änderungen:

Zunächst suchte ich regelmäſsig das ganze Zimmer durch Heizen auf die gewünschte Versuchstemperatur zu bringen[1]); eine gesonderte, schwache Anwärmung der Einstromröhre erfolgte nur ausnahmsweise, wenn ich nach Art des Versuchs vor Kondensation sicher sein konnte. Sodann wurde der Wasserbehälter des Kastens, welch' letzteren ich erhöht aufstellte, von unten angewärmt. Gleichzeitig wärmte ich durch andere, schwächere Wärmequellen den ganzen Boden des Kastens gelinde an. Die Ventilationsrichtung wurde umgekehrt, die durch den Warmwasserbehälter führende Röhre nicht mehr für den Zustrom, sondern für den Abstrom benutzt, und das äuſsere Stück dieser Röhre (bis zur Abzweigung des Teilstroms, s. unten) noch gesondert stark angewärmt. Die Lufterneuerung in dem, auſser der Versuchsperson etwa 250 l Luft fassenden Kasten wurde möglichst hoch, auf durchschnittlich vierzigmal in der Stunde bemessen.

Auf die Einfügung besonderer Cylinder zur Vorbefeuchtung, bezw. Vortrocknung verzichtete ich', um den Luftwiderstand nicht zu erhöhen und die Ventilationsgröſse so reichlich, wie geschehen, bemessen zu können. Wenn sich eine Befeuchtung der zuströmenden Luft erforderlich zeigte, verdampfte ich Wasser im Zimmer. Durch eine vermehrte Ventilation des Zimmers konnte gegenteiligenfalles der Feuchtigkeitsgrad der zuströmenden Luft vermindert werden. Doch war eine Regulierung des Feuchtigkeitsgehalts der Luft in den vorliegenden Versuchsreihen, wo es mir nur auf einen Vergleich zwischen eingefettetem und nicht eingefettetem Zustand der Haut ankam, meistens

1) Dieses Verfahren bot auch den Vorteil, daſs Luft von annähernd gleicher Temperatur und Feuchtigkeit, wie sie auf die Hautoberfläche einwirkte, auch zur Lungenatmung diente.

gar nicht erforderlich; im Parallelversuch war ohne weiteres eine annähernd gleiche Luftfeuchtigkeit gegeben, wenn derselbe unmittelbar an den andern Versuch angeschlossen wurde.

Wesentlich durch die erörterten Maſsnahmen gelang es, auch unter ungünstigen Verhältnissen jede Kondensation zu vermeiden und zuverlässige Resultate für die Wasserverdampfung der Haut zu erhalten.

Im übrigen arbeitete ich nach der gleichen Methode wie Schierbeck und Nuttall; nur daſs ich den Wassergehalt des Ein- und Abstroms direkt, mittels Absaugens von Teilströmen durch Schwefelsäure-Bimsstein (wie bei Pettenkofers Respirationsapparat) auf der Wage bestimmte, anstatt in Ein- und Abstrom je ein Hygrometer einzustellen und deren Anzeigen als Grundlagen für Berechnungen zu nehmen.

Meine Versuchsperson (Ans.) war die gleiche, welche zuerst Schattenfroh, und dann Broden in Gemeinschaft mit mir zu Respirationsversuchen benutzt hatten.

Die Dauer der Parallelversuche wurde auf je eine Stunde bemessen (wie bei Schierbeck). Die Versuche nahmen stets zu derselben Tageszeit ihren Anfang. Die Versuchsperson stieg, nachdem sie sich entkleidet hatte, in den Kasten, und sofort begann mit dem Durchleiten von Luft der erste der beiden Versuche. Nach Ablauf der Zeit verlieſs der Mann den Kasten, wurde sofort tüchtig mit Lanolin eingerieben und sogleich begann der Parallelversuch von genau gleicher Dauer. Durch die unmittelbare Folge der Parallelversuche wurde möglichste Gleichheit der äuſseren und inneren Versuchsbedingungen erreicht.

Die Menge des für eine Einreibung verbrauchten Lanolins betrug durchschnittlich nur etwa 20—25 g. Nach den Lanolinversuchen wurde die ganze Hautoberfläche jedesmal gründlich mit Seife und heiſsem Wasser gereinigt. Am gleichen Tage fand dann kein weiterer Versuch statt.

Zeigte sich nach einem Versuch Schweiſs auf der Haut, so war das Erste: die Haut mit gewogenen Tüchern möglichst rasch und gründlich abzutrocknen. Die Gewichtszunahme dieser Tücher ergab in den gewöhnlichen Versuchen unmittelbar die Schweiſs-

menge. In den Einfettungsversuchen wurde die beim Abreiben gleichzeitig aufgenommene Fettmenge durch wiederholtes Auswaschen der (getrockneten) Tücher mit Äther bestimmt und von jener Gewichtszunahme in Abzug gebracht.

Im Inneren des Kastens befand sich ein Streifen Tuch (ein Läufer), auf welchem die Versuchsperson safs. Dieser Läufer bedeckte den Boden des Kastens, die Bank und die hintere Kastenwand; er wurde vor und nach jedem Versuch gewogen, etwaige Gewichtsänderungen erfuhren die entsprechende Berücksichtigung.

Versuchsresultate. Erläuterung der Tabellen.

In der untenstehenden »Generaltabelle« (S. 315) sind die Versuche so aufgeführt, wie sie zeitlich einander folgten. Ich begann mit einer Gruppe von Versuchen bei ungefähr 25°. Gleich beim ersten Versuch machte sich ein sehr grofser Unterschied zwischen der eingefetteten und nicht eingefetteten Haut, ein bedeutendes Plus der Wasserverdunstung zu Gunsten des normalen Zustandes bemerkbar: die stündlichen Abgaben von 80 und 25 g stehen einander gegenüber! Der Unterschied geht nach derselben Richtung, ist aber beträchtlicher als in den Versuchen mit toten Hautstücken. Immerhin stimmten in diesem ersten Versuch die Temperaturen der Parallelversuche nicht so gut überein, wie für einen Vergleich wünschenswert sein mufs, und eine Zusammenlegung von Versuchen mit annähernd gleicher Temperatur dürfte die thatsächlichen Verhältnisse sicherer erkennen lassen.

In Tabelle I (S. 316) sind sieben Parallelversuche, ohne und mit Einfettung, bei denen die mittlere Temperatur im Kasten etwa 25° betrug (24,8 bezw. 24,6°), zusammengefafst; die relative Luftfeuchtigkeit im Zustrom belief sich auf 34, bezw. 33 %.

Die stündlichen Wasserverdunstungsgröfsen betrugen unter diesen Bedingungen im Mittel 62 g im unveränderten, dagegen nur 41 im eingefetteten Hautzustand. Das ist eine bedeutende Differenz.

Einige Grade höher wird der Unterschied allem Anschein nach noch gröfser, jedenfalls nicht geringer, wie Tabelle II (S. 316) zeigt. Für 28,2 bezw. 28,5° im Kasten, und 35 bezw. 30% relativer Feuchtigkeit im Zustrom, ergibt sich eine mittlere Wasserabgabe von 94 g stündlich ohne, und weniger als die Hälfte hievon, nur 44 mit Einfettung. Hier wie zuvor wurde stets alles abgegebene Wasser auch verdampft. Zu Schweifsablagerung kam es in keinem Fall; allerdings auch nie, ungeachtet des Mangels jeglicher Kleidung, zu Frostempfindung.

Es ist nun frappierend, zu sehen, wie sich, ein paar Grade höher beginnend, das Verhältnis gerade umkehrt. Schon bei 30—31° (Tabelle III, relative Luftfeuchtigkeit 34 bezw. 36% im Zustrom) liefert der Mann nur 132 g Wasser ohne, dagegen 165 mit Einfettung, wovon freilich im ersteren Falle 13, im letzteren aber 51 Schweifs waren, so dafs thatsächlich angenähert die gleichen Mengen Wassers, nämlich 120 bezw. 114 g, stündlich zur Verdunstung und somit zu calorischer Wirksamkeit gelangten.

Tabelle IV (S. 317) bringt die Abgaben bei weiterem Temperaturanstieg. Bei 35,2°, bezw. 35,1° im Kasten, und 21 bezw. 22% relativer Feuchtigkeit im Zustrom, wurden im Mittel 243 g Wasser stündlich von der nicht eingefetteten, 351 g aber von der eingefetteten Haut abgegeben; 85, bezw. 191 (!) g hiervon waren jedoch Schweifs, und wirklich zur Verdampfung kamen in beiden Fällen die gleichen Wassermengen. nämlich 158 und 160 g.

Für die Temperatur von 39° verfüge ich nur über zwei Parallelversuche (14a und 14b). Vor bezw. nach der Einfettung wurden 393 und 437 g Wasser ausgeschieden, in beiden Fällen waren fast die Hälfte, nämlich 211 und 241 g Schweifs; und 182 bezw. 196 g Wasser verdampften.

Tabelle V (S. 317) fafst die hauptsächlichsten der eben erwähnten Zahlen nochmals zusammen.

Bevor ich die Versuchsresultate zu deuten versuche (S. 322), mögen hier zunächst die Tabellen selbst, sowie mehrere daraus abgeleitete graphische Darstellungen (Fig. 1—4) nebst einigen Begleitworten Platz finden. Für eine übersichtliche Betrachtung sind die Diagramme, besonders Fig. 3 u. 4 geeigneter als die Tabellen.

Generaltabelle.

Versuchs-Nr.	Ohne oder mit Fett?	Wasserabgabe pro Stunde			Im Kasten			Im Zustrom			Im Abstrom		
		gesamt	ver-dampft	Schweiß	Temp.	mg H_2O im Liter	% r. F.	Temp.	mg H_2O im Liter	% r. F.	Temp.	mg H_2O im Liter	% r. F.
1a	ohne	80	80	0	24,5	14,3	64	24,0	10,2	47	35,0	18,4	47
1b	mit	25	25	0	22,5	10,7	54	22,0	9,4	49	33,0	12,0	34
2a	ohne	73	73	0	26,4	12,0	49	22,0	8,1	42	35,0	16,0	41
2b	mit	64	64	0	26,4	9,9	40	22,0	6,6	35	33,0	13,2	37
3a	ohne	155	143	12	30,6	22,2	71	29,0	11,7	41	38,0	32,7	71
3b	mit	199	141	58	31,4	20,9	64	29,0	10,7	38	38,0	31,1	68
4a	ohne	130	130	0	29,8	18,8	63	29,0	12,9	45	36,0	24,7	60
4b	mit	203	123	80	31,5	19,1	59	29,0	13,1	46	36,0	25,1	61
5a	ohne	106	106	0	28,1	13,8	51	21,0	7,2	40	30,0	20,4	68
5b	mit	29	29	0	28,6	7,6	28	23,0	5,8	29	34,0	9,3	25
6a	ohne	87	87	0	27,9	12,9	48	20,6	7,2	40	34,4	18,5	48
6b	mit	38	38	0	28,6	10,2	37	21,4	7,6	42	35,3	12,7	32
7a	ohne	88	88	0	28,5	13,6	49	32,8	8,9	25	31,3	18,3	57
7b	mit	65	65	0	28,2	12,7	47	37,5	9,1	20	31,2	16,3	51
8a	ohne	51	51	0	26,4	10,4	42	25,8	7,5	32	31,5	13,3	41
8b	mit	42	42	0	26,1	10,0	41	24,9	7,5	33	31,1	12,4	39
9a	ohne	53	53	0	26,0	10,0	41	28,0	7,4	28	23,0	12,5	61
9b	mit	36	36	0	25,5	8,5	36	28,4	6,8	25	23,0	10,1	50
10a	ohne	62	62	0	24,5	10,2	46	26,7	7,2	29	21,4	13,2	71
10b	mit	54	54	0	25,0	9,7	42	26,8	7,0	28	22,5	12,4	62
11a	ohne	56	56	0	24,2	9,0	41	24,4	6,0	27	21,5	11,9	64
11b	mit	33	33	0	24,3	7,8	35	23,6	6,1	29	21,3	9,5	51
12a	ohne	56	56	0	21,9	8,9	46	23,1	6,2	30	20,1	11,5	67
12b	mit	36	36	0	22,2	8,1	42	21,3	6,4	35	20,0	9,8	57
13a	ohne	99	89	10	30,3	14,4	47	33,6	9,7	27	30,8	19,1	61
13b	mit	141	91	50	30,1	14,3	47	31,1	9,9	31	29,7	18,7	68
14a	ohne	393	182	211	39,8	22,7	46	41,4	11,8	21	43,6	34,0	56
14b	mit	437	196	241	38,8	23,6	49	37,7	12,0	27	42,1	35,1	62
15a	ohne	170	115	55	33,4	17,5	48	35,0	9,7	25	36,1	25,2	61
15b	mit	320	141	179	33,0	17,9	56	32,4	7,8	23	34,6	27,9	72
16a	ohne	145	117	28	30,2	14,5	48	29,5	6,5	23	35,2	22,5	57
16b	mit	118	101	17	30,3	13,5	44	27,9	7,4	28	34,4	19,6	51
17a	ohne	175	148	27	34,9	17,9	46	36,7	10,6	25	43,1	25,1	42
17b	mit	391	117	274	35,0	20,0	51	35,8	10,7	26	42,0	29,2	52
18a	ohne	355	168	187	36,5	19,5	46	39,2	8,8	18	49,5	30,1	37
18b	mit	384	188	196	36,0	19,3	47	37,7	9,8	22	46,9	28,8	40
19a	ohne	270	199	71	36,1	17,5	42	39,8	8,4	17	47,5	26,5	36
19b	mit	309	195	114	36,4	16,1	39	39,5	7,4	15	45,1	24,7	38

Tabelle I.

Versuchs-Nr.	Ohne oder mit Fett	Temp. im Kasten	Rel. Feucht. %		Wasserabgabe pro Stunde		
			im Kasten	im Zustrom	gesamt	verdampft	Schweifs
12a	ohne	21,9	46	30	56	56	0
12b	mit	22,2	42	35	36	36	0
11a	ohne	24,2	41	27	56	56	0
11b	mit	24,3	35	29	33	33	0
10a	ohne	24,5	46	29	62	62	0
10b	mit	25,0	42	28	54	54	0
1a	ohne	24,5	64	47	80	80	0
1b	mit	22,5	54	49	25	25	0
9a	ohne	26,0	41	28	53	58	0
9b	mit	25,5	36	25	36	36	0
8a	ohne	26,4	42	32	51	51	0
8b	mit	26,1	41	33	42	42	0
2a	ohne	26,4	49	42	73	73	0
2b	mit	26,4	40	35	64	64	0
Mittel	ohne	24,8	47	34	62	62	0
	mit	24,6	41	33	41	41	0

Tabelle II.

Versuchs-Nr.	Ohne oder mit Fett	Temp. im Kasten	Rel. Feucht. %		Wasserabgabe pro Stunde		
			im Kasten	im Zustrom	gesamt	verdampft	Schweifs
6a	ohne	27,9	48	40	87	87	0
6b	mit	28,6	37	42	38	38	0
5a	ohne	28,1	51	40	106	106	0
5b	mit	28,6	28	29	29	29	0
7a	ohne	28,5	49	25	88	88	0
7b	mit	28,2	47	20	65	65	0
Mittel	ohne	28,2	49	35	94	94	0
	mit	28,5	37	30	44	44	0

Tabelle III.

Versuchs-Nr.	Ohne oder mit Fett	Temp. im Kasten	Rel. Feucht. %		Wasserabgabe pro Stunde		
			im Kasten	im Zustrom	gesamt	verdampft	Schweifs
4a	ohne	29,8	63	45	130	130	0
4b	mit	31,5	59	46	203	123	80
16a	ohne	30,2	48	23	145	117	28
16b	mit	30,3	44	28	118	101	17
13a	ohne	30,3	47	27	99	89	10
13b	mit	30,1	47	31	141	91	50
3a	ohne	30,6	71	41	155	143	12
3b	mit	31,4	64	38	199	141	58
Mittel	ohne	30,2	57	34	132	120	13
	mit	30,8	54	36	165	114	51

Tabelle IV.

Versuchs-Nr.	Ohne oder mit Fett	Temp. im Kasten	Rel. Feucht. %		Wasserabgabe pro Stunde		
			im Kasten	im Zustrom	gesamt	verdampft	Schweifs
15a	ohne	33,4	48	25	170	115	55
15b	mit	33,0	56	28	320	141	179
17a	ohne	34,9	46	25	175	148	27
17b	mit	35,0	51	26	391	117	274
19a	ohne	36,1	42	17	270	199	71
19b	mit	36,4	39	15	309	195	114
18a	ohne	36,5	46	18	355	168	187
18b	mit	36,0	47	22	384	188	196
Mittel	ohne	35,2	46	21	243	158	85
	mit	35,1	48	22	351	160	191
14a	ohne	39,3	46	21	393	182	211
14b	mit	38,8	49	27	437	196	241

Tabelle V.

Nr.	Temp. im Kasten	Rel. Feucht. %		Ohne und mit Fett	Wasserabgabe pro Stunde		
		im Kasten	im Zustrom		gesamt	verdampft	Schweifs
Ia	24,8	47	34	ohne	62	62	0
Ib	24,6	41	33	mit	41	41	0
IIa	28,2	49	35	ohne	94	94	0
IIb	28,5	37	30	mit	44	44	0

Fortsetzung zu Tabelle V.

Nr.	Temp. im Kasten	Rel. Feucht. %		Ohne und mit Fett	Wasserabgabe pro Stunde		
		im Kasten	im Zustrom		gesamt	ver-dampft	Schweifs
III a	30,2	57	34	ohne	132	120	13
III b	30,8	54	36	mit	165	114	51
IV a	35,2	46	21	ohne	243	158	85
IV b	35,1	48	22	mit	351	160	191
V a	39,3	46	21	ohne	393	182	211
V b	38,8	49	27	mit	437	196	241

Erläuterung der Diagramme.

Ein anschaulicheres Bild als die Tabellen über die Abgaben bei den verschiedenen Temperaturen, und zwar ebenfalls nach den drei Richtungen des insgesamt gelieferten, verdampften und als Schweifs ausgeschiedenen Hautwassers bieten Figur 1 u. 2. Die obere Linie zeigt die Gesamtwasserabgabe an; die Linie, welche sich gegen 30° von dieser unterhalb abzweigt, gibt die thatsächlich verdampften Wassermengen an; die einzelne, unterste Linie endlich, welche erst bei etwa 30° einsetzt, bedeutet die Schweifsmengen. In Figur 2 ist vergleichshalber die Schweifskurve aus Figur 1 punktiert wiederholt.

Die vergleichende Betrachtung von Figur 1 und 2 läfst folgendes erkennen:

Die Kurve für die Gesamtwasserabgabe der normalen Haut steigt von 25—40° regelmäfsig an und zeigt in ihrem Verlauf eine concave Ausbuchtung; die Zuwächse der Abgaben vergröfsern sich offenbar von Grad zu Grad; denn die Abgaben steigen von 25—30—35—40° um 70—100—180 g. (Figur 1.)

Ganz anders stellt sich die Gesamtabgabe der eingefetteten Haut dar (Fig. 2); zunächst von 25 bis gegen 30°, eine schwach ansteigende, fast horizontal verlaufende Linie und dann ein jähes, gegen 40° sich etwas abflachendes Ansteigen. Erst beim Schweifsausbruch beginnt eine regelmäfsige, jedoch convex verlaufende Kurve, indem die Zuwächse der Abgaben von Grad

zu Grad kleiner werden. Die Abgaben steigen: von 30—35° um 210, von 35—40° nur noch um 110 g.

Das gleiche Bild einer im ersteren Fall concaven, im zweiten convexen Kurve bieten die Schweifszahlen: von 30—35—40° steigen die Schweifsmengen der normalen Haut um 70 und 150, der eingefetteten Haut um 150 und 70 g; also die Abgaben kehren sich quantitativ um (Fig. 2).

Die produzierten Schweifsmengen sind es auch, welche den Kurven für die gesamten Abgaben ihr eigentümliches Gepräge

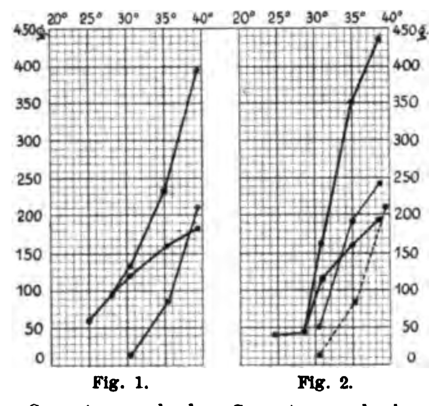


Fig. 1. Gesamtwasserabgabe, verdampftes Wasser und Schweifs der nicht eingefetteten Haut.

Fig. 2. Gesamtwasserabgabe, verdampftes Wasser und Schweifs der eingefetteten Haut.

verleihen. Denn die Normalkurve für das wirklich verdampfte Wasser (Fig. 1) zeigt, wie die Einfettungskurve vom Schweifsausbruch aufwärts, im Gegenteil einen convexen Verlauf: die Zuwächse betragen von 30—35—40° bei der normalen Haut 50 und 25, bei der eingefetteten 70 und 50 g, und von 25 auf 28° 30 bezw. 3 g. Der letztere geringfügige Zuwachs prägt sich in dem flachen Beginn der Einfettungskurve aus, der rapide Anstieg bei 28° findet in der hochgradigen concaven Knickung seinen Ausdruck.

Projiciert man die normalen Kurven, sowohl für die Gesamtabgaben, wie für das verdampfte Wasser, auf das Netz der entsprechenden Einfettungskurven, was in den Figuren 3 u. 4 punktiert geschehen ist, so werden die Unterschiede in den Ab-

gaben zwischen normaler und eingefetteter Haut wesentlich anschaulicher.

Aus Figur 3 erkennt man ohne weiteres:

Die Gesamtwasserabgabe der eingefetteten Haut kann gleich, kleiner und gröfser wie jene der normalen Haut sein: bei einer mittleren Lufttemperatur von etwa 30° scheiden die normale wie die eingefettete Haut des Nackten gleiche Mengen Wassers aus: unterhalb 30° liefert die eingefettete Haut weniger, oberhalb 30° mehr Wasser, und zwar sind die Unterschiede zwischen

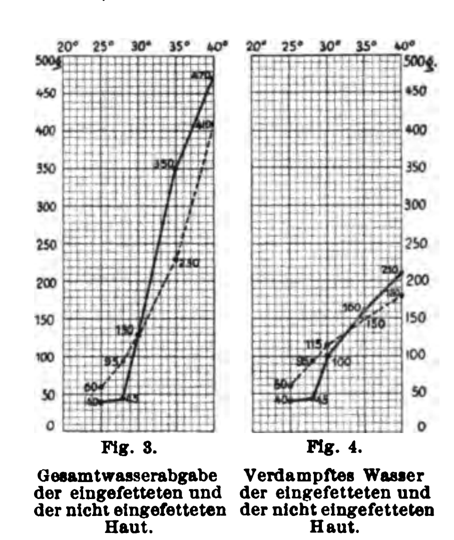


Fig. 3.

Gesamtwasserabgabe der eingefetteten und der nicht eingefetteten Haut.

Fig. 4.

Verdampftes Wasser der eingefetteten und der nicht eingefetteten Haut.

eingefettetem und nicht eingefettetem Zustand nicht etwa bei 25 und 40°, sondern bei etwa 28 und 35° die maximalen. Dieser Verlauf der Kurven legt die Vermutung nahe, dafs nicht nur bei etwa 30°, sondern auch einige Grade unter und über dem untersuchten Temperaturintervall (25—40°), die Gesamtwasserabgabe der Haut durch die Einfettung nicht beeinflufst wird.

Aus Figur 4 wird ersichtlich:

Die eingefettete Haut kann gleichviel, weniger und mehr Wasser wie die nicht eingefettete zur Verdampfung bringen: gleichviel verdampft bei einer mittleren Temperatur von etwa 33°, weniger unterhalb, und mehr oberhalb 33°; die Unterschiede sind bei 28 und 40° die gröfsten. Während daher bis 28° aufwärts

die Kurven für Gesamtwasser und verdunstetes Wasser zusammenfallen, und nach dieser Richtung die vorstehend geäufserte Vermutung auch für das verdampfte Wasser in gleicher Weise zutrifft, bieten nach der anderen Seite die Beobachtungsresultate bis 40° keinen Anhalt für die Annahme eines Zusammenlaufens der Kurven bei weiterem Anstieg der Lufttemperatur. Von 33—40° wird der Unterschied der Verdampfungsgröfsen zu Gunsten der Einfettungskurve von Grad zu Grad gröfser.

Was drittens die produzierten Schweifsmengen betrifft, so ergibt ein Vergleich (Fig. 2), dafs die Kurven symmetrisch ansteigen, und zwar die Normalkurve concav und die Einfettungskurve mit durchwegs höheren Werten convex. Das Plus zu Gunsten der Einfettung erreicht infolgedessen bei 35° ein Maximum. Um 30° (und wieder bei 40°) wurde im eingefetteten Zustand keine so sehr erheblich gröfsere Schweifsmenge als im Normalzustand geliefert. Man darf daher annehmen, dafs beide Schweifskurven fast den gleichen Temperatur-Ausgangspunkt haben, d. h.: im eingefetteten Hautzustand erfolgt der Schweifsausbruch nur einige Zehntelgrade tiefer als im Normalzustand und zwar, wie sich ergibt, wenn man sich die Kurven nach unten verlängert denkt, um 29° herum. Ebenso mufs wohl auch, aus dem oberen Verlauf der Kurven, auf deren Zusammentreffen alsbald über 40° geschlossen werden. Wenig darüber wird die Höhe der Einfettungskurve wohl von der Normalkurve erreicht sein.

An der Hand der Figuren lassen sich leicht auch die Anteile, aus denen sich die Gesamtabgaben zusammensetzen, einem Vergleich unterziehen. Man erkennt dann insbesondere, erstens: Das bei 35° zu Gunsten der Einfettung bestehende, sehr grofse Abgabenplus, 350—230 = 120 (Fig. 3), wird sozusagen ausschliefslich durch die infolge der Einfettung enorm gesteigerte Schweifsproduktion, 190 gegen 80 (Fig. 2), veranlafst. Zweitens: Das bei 40° zu Gunsten der Einfettung bestehende, nur noch halb so grofse Abgabenplus, nämlich 470—410 = 60 (Fig. 3), wird zu gleichen Teilen durch Schweifs, 260—230 = 30 (Fig. 2), und durch Verdunstung, 210—180 = 30 (Fig. 4), getragen.

Erörterung der Versuchsresultate.

Die durch vorliegende Versuchsreihen erwiesenen, zum Teil auf den ersten Blick etwas befremdlichen Thatsachen stehen in innigem Zusammenhang mit dem Verhalten der Schweifssekretion. Letztere gibt den Schlüssel für die, was den Gesamtwasserverlust der Haut betrifft, grundverschiedene Wirkung der Einfettung bei den verschiedenen Temperaturen. Danach lassen sich drei Hauptfälle auseinanderhalten, je nachdem die Schweifssekretion ganz fehlt, eben beginnt, oder mächtig in Funktion ist.

I. Fehlen der Schweifssekretion.

Dafür gilt: Die eingefettete Haut gibt weniger Wasser als die normale Haut ab. (40 gegen 60 g pro Stunde bei 25°, 45 gegen 95 bei 28°.)

Dieses Resultat hat nichts Befremdliches. Die Wasserabgabe oder, was hier noch das Gleiche, Wasser-Dampf-Abgabe kann im wesentlichen physikalischen Gesetzen folgen. Dafs die eingefettete Haut im allgemeinen, besonders aber bei den niedrigeren, noch nicht durch die Schweifssekretion komplizierten Temperaturen, weniger Wasserdampf als die nicht eingefettete hindurchlassen werde, stand von vornherein zu vermuthen und war durch den positiven Ausfall der Versuche an toten Hautstücken weiter wahrscheinlich geworden.

Da der Unterschied bei 28° weit gröfser als bei 25° war, und zwar aus Anlafs eines angenäherten Konstantbleibens der Ausscheidung im eingefetteten und eines beträchtlichen, jedoch, wie sich weiterhin zeigt, gesetzmäfsigen Anstiegs im normalen Hautzustand, so darf gefolgert werden, dafs die eingefettete, nicht schwitzende Haut auf Änderungen der Lufttemperatur weit träger als die nicht eingefettete Haut reagiert. Und man darf hiernach vielleicht annehmen, dafs etwas unter 25° die Wasserabgabe des Nackten im nicht eingefetteten Zustand annähernd auf die Höhe jener im eingefetteten Zustand sinken wird.

Nach der anderen Seite hin, bei Lufttemperaturen über 28°, wird die Wasserabgabe im eingefetteten Zustand erst dann wieder

jener im nicht eingefetteten Zustand sich nähern, und allenfalls deren Höhe erreichen, eventuell darüber hinaus sich erheben können, falls durch Hinzutritt eines neuen physiologischen Moments eine eingreifende Andersgestaltung der Abgabenverhältnisse erfolgt. Der Schweifsausbruch kompliziert die Sachlage in dieser Weise, und es fragt sich, ob, und bezw. nach welcher Richtung, sie hierdurch eine Beeinflussung erfährt. Der Versuch lehrt hierüber wesentlich das Folgende.

II. Beginn der Schweifssekretion.

Dafür gilt: Die eingefettete Haut gibt gleichviel Wasser wie die normale Haut ab (Abgaben beide Male 130 g pro Stunde bei 30°; 80 gegen 110 bei 29°, 170 gegen 150 bei 31°); infolge der Einfettung tritt eine ausgesprochene Schweifssteigerung auf (30 gegen 15 bei 30°; 10 gegen 5 bei 29°; 60 gegen 25 bei 31°); die Verdampfung wächst auf geringe Temperatursteigerung stark an, aber bleibt vorläufig unter der Höhe des Normalzustandes zurück (100 gegen 115 bei 30°; 70 gegen 105 bei 29°; 110 gegen 125 bei 31°).

An dem Zustandekommen dieses Resultats sind in geringerem Mafse physikalische Gesetze, welche sich an toten Hautstücken studieren lassen, als kompliziert-physiologische Vorgänge beteiligt; es läfst sich folgendermafsen erklären:

Die Wasserabgabe der nicht eingefetteten Haut setzt sich durch den Schweifsausbruch, d. i. durch die Abgabe transpirierten Wassers neben perspiriertem von einer bestimmten Lufttemperatur ab, keineswegs unvermittelt in einen, durch plötzliche Steigerung des Wasserverlusts erkennbaren Gegensatz zu jener Abgabe, die einige Grade tiefer ausschliefslich durch Verdunstung gedeckt wurde. Man ist nicht imstande, der normalen Wasserabgabekurve der Haut, sowohl der Gesamtwasserkurve (Fig. 3), wie der Verdunstungskurve (Fig. 4), anzusehen, bei welcher Lufttemperatur der Schweifs auszubrechen begonnen hat. Der Schweifsausbruch erfolgt eben nicht mit einem Male über dem ganzen Körper, vielmehr allmählich und bezirksweise fortschreitend.

Zunächst erscheinen einzelne kleine Tröpfchen, welche sich besonders bei Lampenlicht durch ihr Glitzern dem Beobachter bemerkbar machen, nur auf den von Schweifsdrüsen bevorzugten Hautbezirken. In erster Linie schwitzt daher die Hohlhand (auch die Fufssohle), demnächst der Handrücken, sodann die Gegend vorn und seitlich am Halse und die Stirn, alsbald auch Brust und Bauch, erst später die Innenfläche des Vorderarms u. s. w., und bis schliefslich auf den Wangen und im Nacken einzelne Tröpfchen hervorperlen, sind Stirn, Brust u. s. w. schon mit einer zusammenhängenden Wasserschicht bedeckt.

Ganz anders das Verhalten der eingefetteten Haut! Die Einfettungskurven, soweit sie das Gesamtwasser (Fig. 3) und auch den Verdunstungsanteil veranschaulichen (Fig. 4), verraten auf den ersten Blick durch ihre Knickung die Temperatur, bei welcher der Schweifsausbruch erfolgt ist. Das rührt wohl daher, dafs das Fett zunächst die Ausführungsgänge der Schweifsdrüsen verstopft. Eine gröfsere Kraft, als sie den zunächst hervorquellenden kleinsten Schweifströpfchen innewohnt, gehört dazu, den in das minimale Lumen eingelagerten Fettpfropf auszustofsen, und freie Bahn zu schaffen; erst ein profuser Schweifs vermag dies. Die Folge ist, dafs zunächst (bei schwacher Innervation der Schweifsdrüsen) eine Schweifsretention besteht, dann aber unvermittelt die Schleusen gewaltsam geöffnet werden, und plötzlich ein Strom von Schweifs über die Hautoberfläche, zunächst freilich nur über die von Schweifsdrüsen bevorzugten, dann auch über die minder bevorzugten Hautstellen flutet und zum grofsen Teil sofort verdampft.

Auf diese Weise kann es dazu kommen, dafs bei ansteigender Lufttemperatur die Normal-Gesamtwasser- und Verdunstungskurven von den entsprechenden Einfettungskurven bald eingeholt werden (bei 30 bezw. 33°, Fig. 3 u. 4).

Die dargelegte Auffassung von der Rolle einer Schweifsretention setzt aber nicht unbedingt voraus, dafs nun die sichtbare Schweifssekretion der eingefetteten Haut erst bei einer höheren Lufttemperatur eintreten könne. Aus dem Verlauf der Schweifskurven gewinnt man im Gegenteil den Eindruck, wie oben bereits

erwähnt, dafs die Kurve für die Einfettung schon einige Zehntelgrade unter der Normalkurve ihren Anfang nehme. Trifft diese Annahme zu, so wird die Ursache die sein, dafs unter den gegebenen Umständen die Einfettung selbst einen Hautreiz bedeutet; der gleich zu erörternde weitere Verlauf der Abgaben bei höheren Temperaturen ist geeignet, einen Prüfstein für diese Vermutung abzugeben, welche übrigens schon durch den Nachweis der Abgabengleichheit bei 30° fast zur Sicherheit wird.

III. Starke Schweifssekretion.

Dafür gilt: Die eingefettete Haut gibt mehr Wasser als die normale Haut ab (350 gegen 230 g pro Stunde bei 35°, 470 gegen 410 bei 40°); verstärkt wird durch die Einfettung die Schweifsabsonderung (190 gegen 80 bei 35°, 260 gegen 230 bei 40°), und auch die Verdunstung (160 gegen 150 bei 35°, 210 gegen 180 bei 40°).

Die Erklärung für diese Versuchsergebnisse ist wohl diese:

Bei Einwirkung so hoher Lufttemperaturen wie die hier untersuchten, welche der Temperatur des Körperinneren ungefähr gleichkommen, kann der Organismus durch Leitung und Strahlung keiner wesentlichen Wärmemengen sich entledigen, und folglich mufs, falls Wärmestauung vermieden werden soll, die ganze Entwärmung ausschliefslich oder fast ausschliefslich durch die Wasserverdampfung erfolgen. Der Organismus sucht aber unter allen Umständen seine Kerntemperatur zu behaupten; in den vorliegenden, freilich nur einstündigen Versuchen ist ihm dies stets gelungen; selbst bei 39° trat bei Einfettung keine Erhöhung der Körpertemperatur ein; die Wasserverdunstung durch Haut und Lunge, wodurch mehr als 120 Kalorien Wärme gebunden wurden, hatte also ausgereicht, die ganze Wärmeabgabe zu decken.

Der Körper mufs daher die Fähigkeit besitzen, unter solchen ungünstigen Entwärmungsbedingungen bis zu gewissem Grade nach Bedarf, unter Zuhilfenahme eben des störenden Momentes als eines Reizes, die Wasserabgabe, und zwar die Schweifsabgabe, aus sich heraus zu erhöhen. Ob damit auch die Wasserverdunstung in entsprechender Weise gesteigert wird, ist eine zweite

Frage, deren günstige Lösung in der Hauptsache von äufseren Umständen abhängt. Das Schweifswasser, welches nicht verdampft, kommt auch nicht zu kalorischer Wirksamkeit. Profuses Schwitzen kann in manchen Lagen lebensrettend wirken; es kann aber auch durch Eindickung der Blutmasse mehr schaden als nützen.

Der Befund, dafs bei 35° die Wasserabgabe und im besonderen die Schweifsproduktion infolge einer Einfettung des Körpers sozusagen kolossal in die Höhe ging, ist zweifellos dadurch zu erklären, dafs die Einfettung als ein Hautreiz wirkte, welcher die Schweifsdrüsen zu erhöhter Thätigkeit anspornte. Im eingefetteten Hautzustand waren schlechte Entwärmung und damit Wärmestauung in bedrohlichere Nähe gerückt, als bei nicht eingefetteter Haut der Fall war. Die Wirkung der Einfettung gegenüber dem Normalzustand verhält sich bei 35—40° ganz ähnlich wie die Wirkung einer hohen Luftfeuchtigkeit gegenüber trockener Luft bei so hohen Temperaturen; auch in feuchter Luft kann alsdann wesentlich mehr Schweifs als bei Lufttrockenheit produziert werden (Schattenfroh, Broden und Wolpert). Von manchen Gefühlsempfindungen wie der Schmerz, sogar von rein psychischen Momenten wie die Angst (»Angstschweifs«), steht gleichfalls fest, dafs sie die Thätigkeit der Schweifsdrüsen in Gang bringen

Als Folge der Einfettung stellte sich hier nicht nur profuses Schwitzen, sondern mittelbar auch eine Steigerung der Verdunstung ein. Diese wurde vielleicht dadurch veranlafst, dafs das über bevorzugte Hautbezirke profus sich ergiefsende Schweifswasser mechanisch, auch unter instinktivem Zuthun der Versuchsperson (wenn diese mit der Hand über diese oder jene Körpergegend hinweg fuhr, wie öfter zu beobachten war, z. B. über die Stirn hin und dann die Wange herunter, oder mit der einen Hand am andern Arm herunter u. s. w.), über eine gröfsere Oberfläche verteilt, insbesondere auch nach Hautbezirken mit sehr wenig Schweifsdrüsen transportiert wurde. Hierdurch mufste die Verdampfung steigen. Die verdunstende Oberfläche ist schon dann vergröfsert, wenn die einzelnen Schweifströpfchen inein-

ander konfluieren und einen zusammenhängenden, äufserst dünnen Hautüberzug bilden.

Daraus, dafs die Schweifsdrüsen schliefslich an eine Grenze ihrer Leistungsfähigkeit gelangen, erklärt sich ungezwungen, dafs bei 40° der Unterschied in den gelieferten Schweifsmengen, und überhaupt in den gesamten Wasserabgaben für beide Hautzustände, geringer als bei 35° sich erwies. Es erscheint mir daher sicher, dafs, noch einige Grade über 40, die eingefettete Haut nicht mehr Wasser als die normale geliefert hätte; dann wird in beiden Fällen die Körpertemperatur steigen müssen, aber die Gefahren einer Wärmestauung werden, bei nicht zu langer Dauer der schädlichen Einwirkung, gleichwohl vorübergehende sein, wenn der auch nachher weiter schwitzende Körper zufällig unter günstigere Verdampfungsbedingungen kommt.

Zieht man in Erwägung, dafs aus therapeutischen Rücksichten sowohl eine Verminderung der Wasserdampfabgabe, z. B. zwecks kompensatorischer Steigerung der Diurese, als auch ein starkes Schwitzen, sei es nun zur Beeinflussung der Wärmeregulation oder zwecks Auswurfs gewisser mit der Krankheit innig zusammenhängender Stoffe aus der Blutmasse, indiziert sein kann, so wird man zugeben, dafs die vorliegenden Versuchsresultate auch zu einer therapeutischen Anwendung von Lanolineinreibungen ermutigen.

Fettzersetzung durch Mikroorganismen.

Von

Dr. **Karl Schreiber,**
Arzt in Berlin.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Die Frage nach den Ursachen des Ranzigwerdens der Fette, speciell der Butter, hat seit Jahren die Aufmerksamkeit der Forschung auf die Wirkung der Bakterien und Schimmelpilze gelenkt, ohne dafs es bisher gelungen wäre, ein endgültiges Resultat zu erzielen. Auch Reinmann[1]), der die diesbezügliche Litteratur zusammengestellt hat und die Wirkung einer grofsen Reihe von Mikroorganismen auf sterile Butter näher untersuchte, konnte die Frage, ob das Ranzigwerden der Butter durch Mikroorganismen und Fermente bedingt wird, nicht entscheiden. Er wies jedoch nach, dafs einige aus der Butter gezüchtete Bakterien und Schimmelpilze, sowie ein Sprofspilz eine starke Säuerung in der sterilisierten Butter hervorriefen, indem er durch die Bestimmung der Säurezahl die Zunahme der Fettsäuren nachwies.

Fettspaltung glaubte auch von Sommaruga[2]) einige Jahre früher bereits bei einer Reihe von Bakterien nachgewiesen zu haben; Rubner hat jedoch gezeigt[3]), dafs seine Untersuchungsmethode nicht einwandsfrei war. Denselben Vorwurf mufs man

---

1) Untersuchungen über die Ursachen des Ranzigwerdens der Butter. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. VI, S. 131.

2) Zeitschr. f. Hygiene, XVIII, S. 441.

3) Archiv f. Hygiene, XXXVIII, S. 78.

auch der Arbeit von Hanus und Stocký[1]) machen, die in ihren, mehr für die Bedürfnisse der Praxis berechneten Untersuchungen über die chemische Einwirkung der Schimmelpilze unsterilisierte Butter verarbeiteten und die Luftinfektion nicht ausschlossen.

Von völlig neuen Gesichtspunkten ist Rubner in seiner Arbeit »Über Spaltung[2]) und Zersetzung von Fetten und Fettsäuren im Boden und in Nährflüssigkeiten« ausgegangen. Dadurch, dafs Rubner bei der Fettzersetzung nicht nur die Fettsäuren, sondern auch den unveränderten Rest von Neutralfett feststellte, gelang es ihm nachzuweisen, dafs bei der Fettzersetzung im Boden, die er in erster Linie der Thätigkeit von Bakterien und Schimmelpilzen zuschreibt, neben der Fettspaltung auch eine Fettzehrung stattfindet. Denselben Prozefs konnte der Autor auch bei einer bestimmten, aus dem Boden gezüchteten Bakterienspecies nachweisen. Auf Anregung des Herrn Geheimrats Rubner habe ich nun einige Bakterien und Schimmelpilze auf ihre Thätigkeit hin, Fett zu zersetzen, unter verschiedenen Versuchsbedingungen geprüft und im Anschlufs daran speciell der Frage meine Aufmerksamkeit zugewandt, ob auch Anaëroben an der Fettzersetzung beteiligt sind.

Bei meinen Untersuchungen über die Fettzersetzung benutzte ich ausschliefslich das süfse Mandelöl (Ol. amygdalarum dulce recens), weil es verhältnismäfsig leicht rein zu erhalten ist und fast aus reinem Oleïn besteht. Leider zersetzt sich das Mandelöl spontan ziemlich leicht, indem es eine mehr oder minder stark saure Reaktion annimmt. Das spezifische Gewicht betrug bei 17,5° C. 0,917—0,919, der Gehalt an freien Fettsäuren auf Ölsäure berechnet 0,75—1,20 %, also durchschnittlich 1 %; ich habe diese geringe Menge im allgemeinen vernachlässigt. Zur Titration bediente ich mich der $^1/_{10}$- oder $^1/_{100}$-Normalnatronlauge eventuell auch eines schwachen Barytwassers, dessen Gehalt an

1) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genufsmittel, 1900, S. 606.

2) Archiv f. Hygiene, XXXVIII, S. 67—92.

Alkalescenz jedesmal mittels Titration durch Normalschwefelsäure festgestellt wurde.

Bei der Herstellung der Nährflüssigkeit wurde das Öl stets abgewogen und zwar aus einer Vorratsflasche, deren Einrichtung ein genaues Abwägen mit einem Fehler von höchstens 0,02 g schnell und sicher ermöglicht.

Durch den Gummistopfen dieser Flasche sind zwei Glasröhren eingeführt, deren eine dicht unter dem Stopfen endigt, und dazu dient, mittels eines Doppelgebläses Druckluft einzuführen. Die zweite Röhre ist bis auf den Boden geführt und über dem Stopfen zweimal im rechten Winkel gebogen. Sie läuft in eine feine Spitze aus, aus der bei vorsichtiger Anwendung des Gebläses das Öl in kleinen Tropfen austritt. Um den Austritt des Öles jeden Moment unterbrechen zu können, ist zwischen die Luft zuführende Glasröhre und dem Gebläse ein T-Stück eingefügt, dessen freier Schenkel mit einem Gummischlauch verbunden ist; durch Zukneifen oder Öffnen desselben läſst sich jederzeit der Ausfluſs des Öles regulieren.

Da ich in den meisten Fällen den Soxhletschen Apparat zur Fettbestimmung in der Milch benutzte, verwendete ich eine Menge von 200,0 g als Nährflüssigkeit, die folgendermaſsen zusammengesetzt war:

6,0 g Mandelöl,
194,0 g [1]) Peptonwasser, das 1 % Pepton und 1 % Kochsalz enthielt,
1,0 g kohlensauren Kalk (Calcium carbonicum praecipitatum purissimum).

Der kohlensaure Kalk soll dazu dienen, die bei der Zersetzung des Fettes entstehenden Fettsäuren zu binden.[2]) Um zu verhindern, daſs sich der Kalk mit dem Fett sogleich am Boden der Flasche festsetzt, muſs man die Mischung vor und nach dem Zusatz des Kalkes energisch schütteln. Die Flaschen werden dann mit entfetteter Watte verschlossen, an drei aufeinander folgenden Tagen eine Stunde sterilisiert.

Energischer als bei der angegebenen Fettmischung, die sich der Einfachheit ihrer Zusammensetzung wegen empfiehlt, geht die Fettzersetzung in Emulsionen vor sich.

---

1) 194 g Peptonwasser entsprachen 192,3 ccm, da das spez. Gewicht des benutzten Peptonwassers 1,009 war.

2) a. a. O., S. 91.

Mittels Gummi arabicum lassen sich solche Emulsionen herstellen, die lange haltbar sind. Um z. B. eine 3 proz. Fettemulsion zu erzielen, verreibt man zunächst in einer gröfseren Reibschale 60 g Mandelöl mit 30 g fein pulverisiertem Gummi arabicum bis zur innigen Vermischung, setzt dann 45 g Peptonwasser zu und verreibt so lang, bis ein eigentümlich knackendes Geräusch eine Lösung und vollständige Vermengung des Gummi arabicum anzeigt. Darauf spült man die Emulsion quantitativ in einen 2 Liter-Mefskolben über und füllt mit Peptonwasser bis zur Marke auf. 200 g dieser Emulsion enthalten 3 % Mandelöl.

Freilich sammelt sich auch bei Emulsionen schon nach dem Sterilisieren und auch beim ruhigen Stehen der Flasche teilweise an der Oberfläche Fett an. Es ist also notwendig, die Emulsionen, wie dies bei der oben angegebenen Fettmischung erforderlich ist, häufig zu schütteln. Denn wenn auch das Fett in Emulsionen den Bakterien eine gröfsere Angriffsfläche bietet als in Fettmischungen, mufs doch zugleich durch Schütteln dafür gesorgt werden, dafs nicht durch oben aufschwimmende Fettmassen der Sauerstoffzutritt zur Nährflüssigkeit gehemmt ist. Überdies hat das häufige Schütteln der Kulturflaschen noch den Zweck, die entstehenden Fettsäuren, die auf das Wachstum der Bakterien ungünstig einwirken, möglichst durch den kohlensauren Kalk zu neutralisieren.

Von den Methoden, den Fettgehalt in den Untersuchungsmedien festzustellen, erlaubt die Extraktionsmethode mittels des Soxhletschen Apparates die weitgehendste Verwendung und liefert die zuverlässigsten Resultate.

Die Fettmischung wird zu dem Zweck in eine Porzellanabdampfschale entleert, der zurückbleibende Rest sorgfältig mit Aq. dest. Alkohol und Äther nachgespült und dann auf dem bereits kochenden Wasserbade — anfangs, bis zur Verdunstung des Äthers ohne Flamme — unter häufigem Umrühren mittels Glasstabes und Zusatz von ca. 100 g entfetteten Seesandes eingedampft bis zur Trockne. Die Abdampfschale wird dann in einen Wassertrockenschrank bei ca. 98° C. 1—2 Stunden gestellt und in einem Exsiccator abgekühlt. Darauf wird der mit dem Fett und den übrigen Trockensubstanzen der Untersuchungsflüssigkeit beladene Sand von der Schale abgelöst und in einer Reibschale fein zerrieben; dies ist besonders bei Gummi arabicum-Emulsionen recht mühsam, weil beim Trocknen auf Sand eine harte Masse entsteht, die schwer von der Porzellanschale abzuheben ist. Mit der noch einmal eine halbe Stunde getrockneten und dann abgekühlten Sandfettmischung werden dann die üblichen Fliefspapierhülsen von Schleicher und Schüll beladen. Alle Reste von Substanz, die auf der Abdampfschale, der Reib-

schale, dem benutzten Spatel, Pistill und Glasstab zurückbleiben, werden mit Watte aufgenommen, die mit Äther angefeuchtet war, und die Watte dann ebenfalls in die Extraktionshülsen gesteckt. Zur Extraktion habe ich wasserfreien Äther benutzt und möchte darauf hinweisen, dafs beim Erhitzen einer konzentrierten Ätherfettmischung leicht Siedeverzug eintritt, so dafs es sich unter allen Umständen empfiehlt, in den Kolben, welcher die Extraktionsflüssigkeit aufnimmt, einige Glasperlen zu legen: sonst kann beim Erhitzen der Ätherfettmischung leicht eine gefährliche Explosion entstehen.

Nach ca. 16stündiger Extraktion habe ich den Sand noch einmal verrieben und von neuem 8 Stunden extrahiert.

Trotz vollständigen Trocknens der Substanz und allen sonstigen Vorsichtsmafsregeln, gelingt es selten, eine klare Ätherfettlösung zu erhalten. Meist geht ein Teil des kohlensauren Kalkes mit über und ist auch durch Barytfilter nicht zu entfernen. Diese Trübungen scheidet man am besten durch mehrmaliges Centrifugieren mit immer neuen Portionen Äther aus. Darauf Verjagen des Äthers, 2—3stündl. Trocknen bei 97° C. (um Fettspaltung zu verhindern), darauf Erkalten im Exsiccator, Abwägen, nochmals Trocknen bis zur annähernden Gewichtskonstanz.

Auf diese Weise erhält man das Neutralfett und die freien Fettsäuren.

Um nun die gebundenen Fettsäuren zu erhalten, wird der Inhalt der Extraktionshülse und der durch Centrifugieren erhaltene Kalk in einer Porzellanschale mit destilliertem Wasser befeuchtet und mit verdünnter Salzsäure bis zur schwachsauren Reaktion versetzt; dann eingedampft und ebenso, wie beim ersten Mal extrahiert. Am Schlufs mufs man wieder den kohlensauren Kalk durch centrifugieren entfernen.

Durch diese Methode der Extraktion erhält man also gesondert das Fett und freie Fettsäuren und die gebundenen Fettsäuren. In manchen Fällen kann man darauf verzichten, die freien und als Seifen gebundenen Fettsäuren zu trennen. Man säuert dann die zu untersuchende Flüssigkeit vor der Extraktion an. Bei sorgfältiger Ausführung der Methode ist es mir trotz der umständlichen Manipulationen gelungen, das Fett mit einem Fehler von höchstens 2% wieder zu gewinnen.

Eine zweite, von mir indes selten angewandte Methode besteht in dem Ausschütteln der fetthaltigen Nährflüssigkeit mit Äther. Die Schwierigkeit, beim Trocknen das Wasser aus dem extrahierten Fett völlig zu entfernen und der Umstand, dafs man mit dem wasserhaltigen Äther nicht das gesamte Fett herausbekommt, lassen die Methode nur für solche Fälle empfehlenswert erscheinen, wo es sich um weniger genaue Untersuchungen handelt.

Schneller noch, als mit der soeben angeführten Methode kommt man ans Ziel, wenn man drittens sich bei gewissen Fragen zur Bestimmung des Fettgehaltes der Nährlösungen der handlichen aräometrischen Methode bedient, welche Soxhlet für die Untersuchung des Fettgehaltes der Milch angegeben hat.

Das Prinzip der Methode ist bekanntlich folgendes: Stark mit Kalilauge versetzte Milch gibt beim Schütteln mit Äther ihr Fett an denselben ab. Aus dem spez. Gewicht der abgeschiedenen Ätherfettmischung läfst sich nach den Soxhletschen Tabellen der Fettgehalt in Volumenprozenten entnehmen.

Diese Methode läfst sich, wie gesagt, auch auf andere Fettmischungen anwenden. Aber erstens ist bei der Untersuchung der oben besprochenen Fettmischung von Mandelöl, Peptonwasser und kohlensaurem Kalk die Anwendung der Centrifuge in den meisten Fällen nötig, um eine klare Ätherfettlösung zu erhalten; anderseits mufs man bei der von Soxhlet entworfenen Tabelle eine Korrektur in Rechnung ziehen.

Wenn man z. B. eine dreiprozentige (Gewichtsprocente) Mandelölmischung, die mit kohlensaurem Kalk versetzt ist, nach dem Soxhletschen Verfahren untersucht, zeigt die Ätherfettmischung ein spezifisches Gewicht von 0,7490 oder in der üblichen abgekürzten Form 49,0: Diese Zahl würde nach den Soxhletschen Tabellen 2,76 Gewichtsprozente Butterfett entsprechen. Um also aus den dort angegebenen Gewichtsprozenten Butterfett auf Gewichtsprozente Mandelöl umzurechnen, bedarf man einer Korrektur, die aus einer grofsen Reihe systematisch angestellter Versuche ermittelt wurde; und zwar erhält man aus der Soxhletschen Tabelle den Fettgehalt für Mandelöl in Gewichtsprozenten

ziemlich genau, wenn man die gefundene Zahl mit 1,07 multipliziert. Die in dieser Arbeit angegebenen Zahlen sind sämtlich korrigiert und beziehen sich stets auf Gewichtsprozente.

Diese aräometrische Methode ist bedeutend schneller auszuführen als die gewichtsanalytischen Methoden und besitzt den nicht zu unterschätzenden Vorteil, dafs die Anwendung höherer Temperaturen vermieden wird.

Sie gestattet jedoch nur, den Gehalt einer Flüssigkeit an Fett festzustellen; die an den Kalk gebundenen Fettsäuren lassen sich natürlich auf diese Weise nicht bestimmen.

Dagegen habe ich bei der Anwendung dieser Methode eine eigentümliche Beobachtung gemacht, deren Erklärung ich vorläufig nicht wage. Wenn man nämlich eine sterile Fettmischung mit kohlensaurem Kalk regelmäfsig schüttelt wie die geimpften Nährlösungen und nach einiger Zeit untersucht, findet sich für die Ätherfettmischung eine höhere Zahl als dem Gehalte des Fettes entspricht. Nach 44 Tagen habe ich für die dreiprozentige Mischung z. B. 51,4—53,3 gefunden statt 49,0; nach längerer Zeit waren die Zahlen noch höher. Eine sterile Lösung jedoch, die anaërob gehalten wurde, zeigte 49,4, so dafs es scheint, als ob in den Fettmischungen bei Zutritt von Sauerstoff ein unbekannter Prozess vor sich geht, der das Gewicht erhöht. Man könnte hier an die Bildung niederer Fettsäuren denken; jedoch habe ich meine Untersuchungen über diesen Punkt nicht abgeschlossen.

Um zunächst in der Erde vorkommende Bakterien zu gewinnen, die an der Fettzersetzung beteiligt sind, wurden nach dem Vorschlage des Herrn Geheimrat Rubner daumenstarke Cylinder von sterilisiertem Butterschmalz in Gartenerde vergraben, die in Blumentöpfen aufbewahrt wurde. Das Butterfett war zum Teil auch mit Fleischwasserpeptongelatine gemischt, um für die Bakterien günstigere Ernährungsbedingungen zu schaffen. Die Töpfe wurden offen im Zimmer aufbewahrt, wobei natürlich eine allmähliche Austrocknung eintrat.

Nach zwei Monaten wurde das Fett zum Teil wieder vorsichtig aus der Erde herausgenommen und sowohl aus der Mitte der Cylinder als auch von der körnig zerfallenden Oberfläche, sowie aus Partien, die 1—2 mm der Oberfläche nahe waren, Plattenaussaaten auf Fleischwassergelatine angelegt.

Die Mitte des Fettcylinders erwies sich als steril: auch nach sechs Monaten und nach ca. einem Jahre, als das Fett eine krümelige Beschaffenheit angenommen hatte und beim Herausnehmen aus der Erde zerfiel, wurden in der Mitte der Cylinder stets sterile Partien angetroffen.

Von den Fettpartikeln jedoch, die den Randpartien entnommen waren, entwickelten sich auf den Platten eine Reihe Bakterien und Schimmelpilze. Man konnte vermuten, unter diesen hauptsächlich solche Arten zu finden, denen der Nährboden besonders zusagt. Auf diese Weise isolierte ich zunächst ungefähr 30 verschiedene Stämme, die dann zur weiteren Prüfung ihrer Wirkung auf das Fett auf Flaschen mit 200 g der oben angegebenen dreiprozentigen Fettmischung übergeimpft wurden. Die Flaschen wurden bei Zimmertemperatur, vor Licht geschützt, aufbewahrt und täglich vorsichtig geschüttelt. Sehr energisch ging die Zersetzung nicht vor sich: in einigen Flaschen bemerkte ich nach etwa 14 Tagen, dafs das Fett ein mehr krümeliges Aussehen annahm und sich in etwa erbsengrofsen Flocken zusammenballte, die zum Teil allmählich zu Boden sanken. Nach ca. 44 Tagen wurde dann der Fettgehalt mittels der aräometrischen Methode festgestellt. Von den auf die Kolben verimpften Keimen zeigten sich zwei Bacillenarten und ein Schimmelpilz als fettzersetzend.

Nebenbei prüfte ich zum Vergleich in derselben Weise eine Reihe anderer Kulturen, die zumeist aus dem Laboratorium stammten; dies schien mir erwünscht, da die vergleichenden Untersuchungen v. Sommarugas[1]) über fettspaltende Bakterien

1) Zeitschr. f. Hygiene, XVIII, S. 441.

keineswegs einwandsfrei[1]) erscheinen; ich konnte seine Resultate nur zum Teil bestätigen. Hinsichtlich der negativen Resultate mufs man aber in der Beurteilung doch etwas vorsichtig sein.

Erstens kommt es häufiger vor, dafs die Bakterien, auch wenn man eine genügende Menge übergeimpft zu haben glaubt, in der Fettmischung absterben. Es ist daher durchaus notwendig, sich durch Plattenaussaat vor der Untersuchung zu überzeugen, ob noch lebensfähige Keime vorhanden sind, eine Vorsicht, die schon deshalb erforderlich erscheint, um etwaige Verunreinigungen festzustellen.

Vermutlich ist in erster Linie der eintretende Sauerstoffmangel schuld, der in den Fettmischungen durch obenauf schwimmendes Fett entsteht. Manche der fettzersetzenden Bakterien, z. B. der Bacillus fluorescens liquefaciens, haben nämlich ein sehr grofses Sauerstoffbedürfnis, wie Spitta[1]) nachgewiesen hat.

Vielleicht liegen aber manchmal nur technische Fehler bei der Impfung vor. Es wäre denkbar, dafs sich die Platinöse beim Einimpfen mit Fett überzieht und die eingeimpften Bakterien aus der Fettumhüllung nicht austreten.

Endlich entstehen bei der Fettzersetzung auch lösliche Fettsäuren, die auf Bakterien schädlich einwirken könnten.

Diejenige Bakterienart, die ich am häufigsten auf den Plattenkulturen vom Rande der in die Erde vergrabenen Fettcylinder traf, war der Bacillus fluorescens liquefaciens.

Drei aus der Erde gezüchtete Fluorescensstämme habe ich auf ihr Verhalten zur Fettzersetzung hin untersucht. Sie zeigten, wie die folgende Tabelle erweist, erhebliche Unterschiede in ihrer Wirksamkeit. Bezeichne ich die Stämme mit I, II, III, so fand sich 44 Tage nach ihrer Einimpfung in 3proz. Peptonwasserölkalklösung, wenn die Proben bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurden, folgender Fettrest in Gewichtsprozenten:

---

1) a. a. O., S. 78.

2) Archiv f. Hygiene, Bd. XXXVIII, S. 247.

	Stamm I	Stamm II	Stamm III
	2,14	2,90	2,29
	2,09	—	2,70
	2,47	—	—
Im Mittel	2,23	2,90	2,49

Liefs ich diese Bakterienstämme bei Zimmertemperatur in Fettemulsionen wachsen, so ging die Fettzehrung viel schneller von statten: Beispielsweise gestaltete sich für den Stamm I die Sache so:

Nährflüssigkeit	Dauer des Versuches	Fettrest am Ende des III. Versuchs		Im Mittel
		I. Probe	II. Probe	
3% Ölpeptonwasser mit Kalkzusatz	44 Tage	2,15	2,09	2,12
3% Ölpeptonemulsion mit Kalkzusatz	44 Tage	0,53	0,56	0,55

Es wurden hier also in 44 Tagen so niedrige Werte bei der Emulsion erreicht, wie sie bei der gewöhnlichen Peptonwasserölmischung nicht einmal nach 60 und 83 Tagen sich einstellten. Bei Verimpfung des Stammes I in die gewöhnliche Nährlösung fand sich nämlich als Fettrest noch:

Anzahl der Tage	Fettrest in Gewichtsproz.
44	2,23 im Mittel
60	0,91
83	0,73

Die Zersetzung in der Emulsion, d. h. also bei feiner gleichmäfsiger Verteilung des Fettes, verläuft sogar vermutlich noch schneller als oben angegeben: Das Maximum der Zersetzung ist wahrscheinlich schon früh erreicht. Ich habe das zwar nicht direkt untersucht, indes lehrte die Besichtigung der Proben, dafs schon nach 14 Tagen das Fetthäutchen an der Oberfläche der Emulsion verschwunden war.

Die Flüssigkeit hatte sich geklärt und zeigte einen Bodensatz, der aus einer feinkrümeligen, gelblichen Masse bestand.

Die drei zur Impfung verwendeten, aus der Erde gezüchteten Kulturen von Fluorescens liquefaciens unterschieden sich teilweise schon äufserlich voneinander: Stamm I, der am stärksten wirkte, und Stamm II fluorescierten anfangs nicht, Stamm III, der am schwächsten zersetzte, zeigte starke dunkelgrüne Fluorescenz.

Von zwei aus Spreewasser gezüchteten Fluorescenzstämmen erwies sich der eine (IV) als unwirksam dem Fett gegenüber, während der andere (V) den Gehalt einer 3 proz. Fettemulsion in 44 Tagen auf die Hälfte reduzierte.

Zwei Laboratoriumskulturen (VI, VII), die seit Jahren auf Agar fortgezüchtet waren, hatten keine Wirkung. Dafs durch die Fortzüchtung auf künstlichen Nährböden auch ursprünglich stark wirksame Kulturen des Fluorescens liquefaciens ihre zersetzende Fähigkeit verlieren können, habe ich an den Stämmen I und III gesehen. Die Kulturen wurden seit 1³/₄ Jahren auf Gelatine weitergeimpft und sind jetzt scheinbar völlig unwirksam geworden. Wenigstens zeigen einige Flaschen, die vor ca. 2¹/₂ Monaten mit Stamm I und II geimpft wurden, keine oder sehr geringe Veränderungen sowohl in Fettmischungen als in Emulsionen.

Der Bacillus pyogenes — über dessen Identität mit dem Bacillus fluorescens liquefaciens wohl die Akten noch nicht endgültig geschlossen sind — untersuchte ich in zwei Stämmen aus dem Laboratorium: beide zeigten starke Fluorescenz. Der eine Stamm erwies sich als unwirksam, während eine 3 proz. Fettmischung, die mit dem anderen Stamme geimpft war, nach 44 Tagen bei Zimmertemperatur nur noch 1,63 % Fett enthielt. Spätere Versuche, die ich nach Monaten mit derselben Kultur anstellte, fielen negativ aus: Also auch dieser Pyogenesstamm hat seine Fähigkeit, Fett zu zersetzen, durch die Fortzüchtung auf Gelatine verloren.

Nächst dem Bacillus fluorescens liquefaciens, der bekanntlich in der Natur aufserordentlich verbreitet ist, war die Fettzersetzung

am stärksten bei einem Bacillus (φ), den ich auch mehrfach aus dem in der Erde vergrabenen Fett züchtete. Da ich eine morphologisch und biologisch ähnliche Art in den Lehrbüchern nicht ausfindig machen konnte, führe ich zur Charakteristik folgendes an:

Der Bacillus φ ist kleiner als der Typhusbacillus, färbt sich an den Polenden stärker, so dafs er manchmal dem Pestbacillus ähnelt. Er wächst am besten bei Temperaturen zwischen 22—28° C. und verflüssigt die Gelatine ziemlich langsam. An der Oberfläche der verflüssigten Gelatine zeigt sich nach einiger Zeit ein irisierendes Häutchen. Charakteristisch ist ferner die zäh-schleimige Beschaffenheit der Bakterienmassen: wenn man mit der Platinnadel eine Spur entnehmen will, mufs man oft einen Faden von einem halben Meter Länge ausziehen, ehe derselbe abreifst.

Der Bacillus φ vergärt Traubenzucker.

Dem Bacillus fluorescens gegenüber zeigt sich der Bacillus φ in Bezug auf seine fettzersetzende Eigenschaft wesentlich widerstandsfähiger. Während der Fluorescens, in Fettmischungen eingeimpft, welche der Bruttemperatur oder dem direkten Tages- und Sonnenlicht ausgesetzt waren, nicht zu zersetzen vermochte und gänzlich oder fast gänzlich in denselben abstarb, hatte beim Bacillus φ die Bestrahlung nur geringe hemmende Wirkung. Im Brutschrank waren dagegen die Keime nach 44 Tagen abgestorben; zu einer Zersetzung war es nicht gekommen.

Im übrigen zeigte der Bacillus φ eine ziemliche Konstanz in seiner Wirkung auf das Fett: er ist trotz der Züchtung auf Gelatine seit $1^3/_4$ Jahren wirksam geblieben; ich habe deswegen auch noch einige Versuche mit ihm angestellt, um zu sehen, ob etwa das Licht einen wesentlichen Einflufs auf den Prozefs hätte. Wie die Tabelle auf S. 340 zeigt, läfst sich dies jedoch mit Sicherheit nicht behaupten.

In zwei Flaschen, die mit dem Bacillus φ geimpft waren, habe ich ferner mit Hilfe der Extraktionsmethode aufser dem Fettrest die durch Spaltung des Fettes entstandenen Fettsäuren festgestellt. Zieht man die Summe des erhaltenen Neutralfettes und der Fettsäuren von dem ursprünglich in der Fettmischung enthaltenen Fett ab, so erhält man den Anteil, welcher durch die Wirkung der Bakterien zerstört ist.

Fettzersetzung durch Bacillus φ.

Nr.	Versuchsdauer Tage	Temp.	Belichtung	Nährboden	Fettrest in Gew.-Prozent	Mittel	Bemerkungen
1	44	Zimmertemperatur	Zerstreutes Tageslicht	Übliche Fettmischung	1,52	1,72	
2					1,51		
3	49				2,80		
4					1,56		
5	44			Fettemulsion	0,89	1,10	
6					1,31		
7			Direktes Tagesl.	Übliche Fettmischung	2,03	1,93	
8					1,84		
9			dunkel		1,84	1,67	
10					1,51		
11		37°			2,99		Am Ende des Versuches steril.

Von 3 g Mandelöl werden nach 44 Tagen (bei Zimmertemperatur) erhalten:

Neutralfett	Fettsäuren (freie und gebundene)	Summa	Fett, zerstört
1,370	1,463	2,833	0,167
1,155	1,591	2,746	0,254

Diese Zahlen zeigen ähnliche Verhältnisse, wie sie Rubner bei einer von ihm aus dem Marburger Humusboden rein gezüchteten Art[1]) konstatierte. Es läfst sich vermuten, dafs bei allen fettzersetzenden Bakterien ein analoges Verhalten zu finden sein wird, und dafs neben der Fettspaltung stets eine Fettzehrung auftritt.

Wahrscheinlich werden bei Zerstörung des Fettes durch Bakterien auch meist flüchtige Fettsäuren entstehen, ich

1) a. a. O., S. 88. Diesen Pilz habe ich übrigens in der von mir benutzten Gartenerde nicht entdecken können; mehrere Bakterienarten, die einen gelben Farbstoff erzeugten, erwiesen sich dem Fett gegenüber indifferent.

konnte speziell bei Kulturen mit Bacillus fluorescens liquefaciens und Bacillus φ Buttersäure nachweisen.

Um die flüchtigen Fettsäuren nachzuweisen, destilliert man die zersetzte Fettmischung ab und fängt das Destillat in Barytwasser auf. Die flüchtigen Fettsäuren gehen als wasserlösliche, fettsaure Salze in Lösung, während die in Bakterienkulturen reichlich vorhandene Kohlensäure als unlösliches, kohlensaures Baryum ausfällt. Macht man nun die Fettsäuren aus dem Filtrat durch Ansäuern frei, so erhält man eventuell einen deutlichen Geruch nach Buttersäure.

Eine quantitative Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren habe ich nicht ausgeführt.

Die Zahl der fettzersetzenden Bakterien liefs sich leicht vergröfsern. So habe ich beispielsweise auch bei Spirillum Finkler und Micrococcus tetragenus, denen bereits v. Sommaruga glaubte fettspaltende Eigenschaften zuschreiben zu dürfen, Fettzersetzung eintreten sehen.

Begünstigt wird die Fettzersetzung durch Bakterien, wie Rubner festgestellt hat, durch die Anwesenheit von kohlensaurem Kalk: ich habe daher auch stets bei den bisher besprochenen Versuchen mit Bakterien dem Nährmedium kohlensauren Kalk zugesetzt.

Anders verhält es sich jedoch bei den Schimmelpilzen. Da es bekannt ist, dafs dem Wachstum der Schimmelpilze sogar ein gewisser Grad von Säure förderlich ist, konnte man von vornherein annehmen, dafs die Bildung von Fettsäuren auch nicht besonders hemmend auf die Fettzersetzung einwirken würde.

Ich habe 4 Arten Schimmelpilze genauer untersucht.

Am schwächsten wirksam war ein Schimmelpilz (π), den ich zufällig auf der Oberfläche rohen Kautschuks antraf.

Er wächst auf Gelatine als dichter, weifser Rasen, der später einen Stich ins Gelbliche und Rötliche bekommt und die Gelatine, zumal wenn sie einen Zusatz von $^1/_2$% Traubenzucker hat, wundervoll himbeerfarben färbt. Auf Kartoffelbrei trat eine braune Verfärbung ein. Der rote Farbstoff liefs sich in keinem der üblichen Mittel lösen. In alten Kulturen tritt eine Verflüssigung der Gelatine ein.

Die Fettzersetzung durch diesen Pilz π stellte sich folgendermafsen. Nach 44 Tagen war in der üblichen 3proz. Fettmischung vorhanden:

Gehalt des Nährmediums an Kalk	Fettrest in Gew.-Prozenten	Im Mittel
1,0 g	1,84 2,37 2,07 2,61	2,22
—	2,59 2,61	2,60

Bei diesem Schimmelpilz scheint also der Zusatz von kohlensaurem Kalk einen gewissen Einfluſs auszuüben: Bei Mucor mucedo und Oidium albicans läſst sich jedoch aus den angestellten Versuchen bei einer Versuchsdauer von 44 Tagen ein wesentlicher Unterschied nicht erkennen, wie folgende Tabelle zeigt:

Fettzersetzung bei Zimmertemperatur:

Name des Schimmelpilzes	Zusatz von Kalk	Fettrest in 3 proz. Mischung	Mittel
Oidium lactis . .	+	0,83 0,98	0,91
	—	0,807 1,365 0,98	1,051
Mucor mucedo . .	+	1,86 0,79	1,37
	—	1,39 1,187	1,289

Der vierte Schimmelpilz, den ich untersucht habe, war Penicillium glaucum: ich prüfte zwei Stämme, I war aus einem auf den Berliner Rieselfeldern gefundenen Fettklumpen gezüchtet, II wurde aus dem von mir in Erde vergrabenen Fett isoliert; letzterer war in seiner Wirkung schwächer. Das Resultat war folgendes:

Fettrest nach 44 Tagen bei Zimmertemperatur.

	Stamm I	Stamm II
	1,95	2,78
	2,51	2,31
	1,37	
Im Mittel	1,94	2,54

Hefearten, die bei der Fettzersetzung eine Rolle spielen, habe ich bisher nicht gefunden. Zwei Formen, die ich daraufhin untersuchte, verhielten sich negativ.

Man könnte nun daran denken, dafs auch anaërobe Bakterien imstande wären, eine Fettzersetzung herbeizuführen. Rubner hatte in der eingangs zitierten Arbeit die Fettspaltung und Fettzehrung bei Sauerstoffanwesenheit einer eingehenden Untersuchung unterzogen, die Frage jedoch, ob Sauerstoff notwendig für die besagten Prozesse ist, nicht berührt. Meine Beobachtungen sprechen dafür, dafs für die Fettzehrung die Anwesenheit von Sauerstoff erforderlich ist, eine geringe Fettspaltung jedoch auch ohne Sauerstoff eintreten kann; die letztere müssen wir vielleicht zum Teil als fermentative Wirkung auffassen.

Zur Untersuchung der Frage habe ich zunächst einer Reihe von Flaschen mit 200 g der üblichen 3proz. Fettpeptonmischung Spuren von Gartenerde zugesetzt und nach den für die Anaërobenzüchtung geltenden Regeln behandelt.

Die Flaschen wurden zu dem Zweck mit doppelt durchbohrten Gummistopfen versehen, durch die zwei Glasröhren geführt wurden; eine reichte bis auf den Boden, während die andere dicht unter dem Stopfen endigt. Die Stopfen werden dann mit Bindfaden fest aufgebunden, da bei der Anaërobiose ein beträchtlicher positiver Druck entsteht, und mehrfach mit Paraffin überzogen. Dann wird in der üblichen Weise eine Viertelstunde lang ein lebhafter Strom von gereinigtem Wasserstoffgas durch die Flaschen geschickt. Ich habe mich vor jedem Versuch davon überzeugt, ob das Wasserstoffgas auch wirklich frei war von bakterienfeindlichen Gasen, besonders Arsenwasserstoff. Nachdem dann der Sauerstoff vertrieben ist, werden die Glasröhren über dem Stopfen abgeschmolzen und ebenfalls mit Paraffin überzogen. Darauf werden die Flaschen umgestülpt in einen Stutzen mit Quecksilber gestellt, um einen Zutritt von Sauerstoff zu verhindern.

Mit der aërometrischen Methode untersuchte ich nach 44 Tagen 6 Flaschen, die in der angegebenen Weise behandelt waren. Die Untersuchung ergab ein specifisches Gewicht der Ätherfettlösung von 48,8—48,8—49,2—49,3—49,3—49,5, also ungefähr soviel wie die ungeimpften Fettmischungen, für die, wie erwähnt, ein spec. Gewicht von 49,0 ermittelt war. Es hatte jedenfalls keine Abnahme des Fettes stattgefunden.

Bei Anwendung der Extraktionsmethode ergab sich folgendes: Von 6,0 g Fett wurden wiedergewonnen bei der Extraktion 5,7985 g, nach Ansäuern noch 0,0597 g. Nachdem die freien Fettsäuren durch Titration festgestellt waren, ergibt sich an:

Neutralfett	5,1878 g
Freien Fettsäuren . . .	0,6107 g
Gebundenen Fettsäuren .	0,0597 g
Summa	5,8582 g.

Da das Glycerin vermutlich nicht in den Ätherextrakt mit übergeht, mufste man die Fettsäuren als Trioleïn in Rechnung stellen. Dann erhält man statt 5,8582 die Zahl 5,8868.

In einem anderen Falle habe ich die zu untersuchende, 44 Tage unter Wasserstoff gehaltene Fettmischung vor der Extraktion mit HCl angesäuert und die freien Fettsäuren durch Titration festgestellt. Von 6,0 g Fett erhielt ich zurück

an Neutralfett . . .	5,565 g
an Fettsäuren . . .	0,414 g,
in Summa	5,979 g.

Bringt man die Fettsäuren als Trioleïn in Rechnung, so erhält man 5,996 g. Bei beiden Versuchen zeigt sich eine mäfsige Fettspaltung, eine Fettzehrung möchte ich auch bei dem ersten Versuche nicht annehmen.

Genauere Resultate liefsen sich bei Benutzung eines von Novy[1]) für die Anaërobenzüchtung angegebenen Apparates erzielen.

1) Centralbl. f. Bakt., Bd. 16, 1894, S. 566.

Derselbe ähnelt in seiner Anordnung einem Exsiccator, dessen Deckel auf dem Untersatz mit drei Klemmen fest aufgeschraubt werden kann. Dieser kuppelförmige Deckel besitzt einen Tubus, an dem zwei Glasröhren angesetzt sind. Bei einer bestimmten Stellung des gasdicht eingeschliffenen Stopfens kommuniziert eine der zuführenden Röhren mit einer in den Stopfen eingeschmolzenen Glasröhre, die in das Innere des Apparates führt und zur Zuführung irgend eines Gases dient, während bei derselben Stellung des Glasstopfens aus dem obersten Teil des Apparates durch die zweite Röhre Gas entweichen kann. Durch Drehen des Glasstopfens werden beide Röhren geschlossen. Dieser Apparat gestattet ein öfteres Durchleiten von Wasserstoffgas.

Für den Versuch wurden in einer flachen Glasschale 50 g Sand abgewogen, dem etwas Humus beigemischt war und der, wie vorher festgestellt war, 0,0598 g Ätherextrakt lieferte. Darauf wurde möglichst gleichmäfsig 2,00 g Mandelöl geträufelt und mit 50 g Peptonwasser angefeuchtet.

In den unteren Teil des Novyschen Apparates füllte ich dann 200 g Pyrogallollösung, auf der ein kleiner Porzellantiegel mit ca. 5 g konzentrierter Kalilauge zum Schwimmen gebracht wurde. Auf einem Gestelle wurde die in angegebener Weise hergerichtete Glasschale über der Pyrogallollösung aufgestellt und der Apparat geschlossen. Dann wurde zunächst 15 Minuten evacuiert und darauf reiner Wasserstoff bis zum Ausgleich des Druckes eingeleitet und später 15 Minuten durchgeleitet. Nach dem Absperren der Zuleitungsrohre durch Umdrehen des Glasstopfens wurde dann das auf der Pyrogallollösung schwimmende Schälchen mit Kalilauge zum Umkippen gebracht; das Evacuieren und Durchleiten von Wasserstoff wurde alle 2 Tage wiederholt. Das Pyrogallol färbte sich im anfang wenig, wurde zwar allmählich dunkler, aber blieb stets noch etwas durchsichtig.

Nach 22 Tagen ergab die Extraktion 2,0678 g Fett mit 0,347 g Ölsäuregehalt. Da anfänglich 2,000 + 0,0598 = 2,0598 g Fett in der zu untersuchenden Sandmischung enthalten war, ist auch hier keine Fettzehrung eingetreten, wohl aber eine geringe Fettspaltung.

Ein ähnliches Resultat lieferte ein zweiter Versuch, der über 44 Tage ausgedehnt wurde.

Von 2,013 g zugesetztem Fett + 0,063 g in dem Sand enthaltenen Ätherextrakt = 2,076 g wurden wiedergefunden 2,065 g mit einem Ölsäuregehalt von 0,25 g. Ob die geringe Fettspaltung auf der Wirksamkeit von Bakterien beruht, habe ich nicht festgestellt, glaube dies jedoch nicht annehmen zu sollen.

Um über die Natur der Fettzersetzung durch Bakterien und Schimmelpilze Aufschlufs zu erhalten, habe ich untersucht, ob sich fettspaltende Fermente isolieren lassen. Ich impfte je einen Liter Peptonwasser mit Bacillus fluorescens liquidus und Mucor mucedo. Nach zwei Monaten versetzte ich einen Teil der Kulturflüssigkeit mit ca. 1 pro Mille Thymol, um das Wachstum der Bakterien zu hemmen. Dann mischte ich 194 g des so vorbereiteten Peptonwassers mit 6 g Mandelöl. Nach 24 Stunden gelang es mir stets sämtliches Fett durch Ausschütteln wieder zu erhalten, auch nachdem ich kohlensauren Kalk zugesetzt hatte, um etwa gebildete Fettsäuren zu binden.

Um zu sehen, ob sich nicht doch Spuren Fettsäuren bilden, habe ich eine Flasche mit 6 g Öl mit 194 g Fluorescenskultur, die mit Thymol desinfiziert war, so weit mit schwacher Sodalösung alkalisch gemacht, dafs sich zugefügte Rosolsäure eben rötete. Nach mehreren Tagen hatte sich die Rotfärbung nicht verändert, es waren also keine Fettsäuren aufgetreten.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dafs die fettzersetzende Fähigkeit der untersuchten Bakterien und Schimmelpilze an die Lebensthätigkeit dieser Organismen gebunden ist. Man konnte den Prozess der Fettzersetzung demnach als Fettvergärung (Rubner) bezeichnen.

Fasse ich das Resultat meiner Untersuchungen zusammen, so komme ich zu folgenden Ergebnissen, welche die von anderer Seite erhobenen Befunde teils bestätigen, teils einschränken, zum Teil aber auch neue Beiträge zu der Erkenntnis der verwickelten Prozesse der Fettzersetzung liefern:

1. Reines Fett ist für sich allein kein Nährboden für Mikroorganismen.
2. Eine Anzahl von Bakterien, welche im Boden und auch sonst in der Natur vorkommen, vermag Fett bei gleichzeitiger Anwesenheit von Nährmaterial und Sauerstoff, besonders energisch bei Bindung der entstehenden Säuren durch kohlensauren Kalk, nicht nur zu spalten, sondern auch zu zerstören.

3. Dieser Prozess geht am schnellsten vor sich bei feinster Verteilung des Fettes, in Emulsionen.
4. Äufsere Umstände, welche das Wachstum der betreffenden Bakterien alterieren (Temperatur, Sauerstoffmangel, Bestrahlung), alterieren höchst wahrscheinlich im gleichen Sinne auch ihre fettzerstörende Thätigkeit; jedenfalls ist die Gröfse der Fettzersetzung bei derselben Species von mannigfachen accidentellen Einflüssen abhängig.
5. Eine Reihe von Schimmelpilzen vermag ebenfalls Fett zu spalten und zu zerstören, und zwar übt die saure Reaktion des Nährsubstrates keinen störenden Einflufs auf die Energie der Fettzersetzung.
6. Die fettzersetzende Thätigkeit der genannten Mikroorganismen ist an die Lebensthätigkeit derselben gebunden (»Fettvergärung«).
7. Die fettzerstörende Thätigkeit der Bakterien und Schimmelpilze ist durchaus an das Vorhandensein von Sauerstoff geknüpft. Im Zustande der Anaërobiose tritt höchstens eine geringe Spaltung der Fette, nicht aber eine Zersetzung derselben ein.

Zur Analyse der Borax- und Borsäurewirkung bei Fäulnisvorgängen, nebst Studien über Alkali- und Säureproduktion der Fäulnisbakterien.

Von

Dr. **Rolly**.

(Aus dem hygienischen Institut Berlin.)

Lange fand, wie er in seiner Arbeit »Beitrag zur Frage der Fleischkonservierung mittels Borsäure-, Borax- und schwefligsauren Natron-Zusätzen«[1]) mitteilt, keine Behinderung der Keimvermehrung, noch eine Abtötung der vorhandenen Keime weder bei Borax noch bei Borsäure-Zusatz von $^1/_8$ bis 4%. Er nahm zu seinen Versuchen defibriniertes, möglichst frisches Rinderblut, setzte den Borax oder die Borsäure in Substanz zu und verfuhr dabei in der Art, daſs er sich z. B. zuerst 100 ccm einer 4proz. Lösung, sodann weitere 100 ccm einer 2proz. Lösung, herstellte. Von dieser letzteren nahm er, »nachdem eine vollständige Lösung und gleichmäſsige Verteilung eingetreten war«, 50 ccm und versetzte dieselben mit 50 ccm reinen unversetzten Blutes. Er hatte so 100 ccm einer 1proz. Lösung, von dieser nahm er dann wieder die Hälfte und versetzte sie mit der gleichen Menge Blutes etc. Er bekam auf diese Art immer neue Lösungen, die die Hälfte der Konzentration der vorigen aufwiesen und ging in der Konzentration herunter bis auf $^1/_8$%. Die Röhrchen lieſs er bei

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XL, Heft 2, S. 143.

Temperaturen von 17—20° C. stehen und beobachtete nun, ob die Keime, die in dem Blute ja reichlich vorhanden sind, abstarben oder sich vermehrten, indem er mit einer und derselben Platinöse in gewissen Zeitintervallen eine Öse Blut herausnahm, dieselbe in einem Röhrchen Gelatine gut verteilte, eine Petrische Schale davon anlegte und zusah, wie viel Kolonien sich auf der Platte entwickelten.

Der Einfachheit halber will ich die Tabelle III (S. 159) hier anführen, die Lange bei Boraxzusatz zu Blut erhielt:

	Bei Zusatz von						
	0 Kontrolle	1/8 %	1/4 %	1/2 %	1 %	2 %	4 %
24 Stunden	3 003	1 498	657	189	180	283	377
8 Tagen	7 839 700	3 898 000	3 277 000	4 115 900	259 900	23 500	4 100
20 »	—	—	—	—	—	92 600	49 700
30 »	798 000	6 524 000	5 670 000	4 656 800	—	1 280 000	294 000

Aus dieser Tabelle Langes ergibt sich, dafs bei Boraxzusatz von 1/8 bis 4% zuerst ein Stadium unterschieden werden kann, in dem die Bakterien in ihrer Entwicklung gehemmt werden. Dieses Stadium der Hemmung war am stärksten nach 24 Stunden in dem Röhrchen mit 1% Boraxzusatz und nicht in dem mit 2% Zusatz zu erkennen, jedoch lasse ich es dahingestellt, ob dies nicht durch zufällige Unterschiede hervorgerufen war.

Nach 8 Tage langem Stehen der Röhrchen ersehen wir dann aus der Tabelle eine enorme Zunahme von Keimen. Und zwar enthielt eine Öse aus dem Röhrchen mit 4% Zusatz die geringsten Keime, mit 2% Zusatz ca. 5 mal mehr, mit 1% Zusatz über 50 mal mehr, mit 1/2% Zusatz ca. 1000 mal mehr, mit 1/4% und 1/8% Zusatz etwas weniger Keime als bei 1/2%. Nach 30 Tagen, woselbst die Keime in dem Röhrchen ohne Zusatz schon auf das Zehnfache reduziert waren, enthielten die Röhrchen mit Boraxzusatz noch eine enorme Anzahl von Keimen.

Diese kolossale Vermehrung von Fäulnisbakterien, mit denen wir es hier ausschliefslich zu thun haben, war zunächst unerklärlich und besonders deshalb unerklärlich, weil auf ein Stadium

der Entwicklungshemmung, in welchem sich anfänglich nach 1 Tag die Bakterien befanden, diese kolossale Vermehrung der Bakterien folgte.

Herr Geh.-Rat Rubner stellte mir deshalb die Aufgabe, diese Vorgänge aufzuklären.

Es konnten nach meiner Meinung folgende Ursachen für diese enorme Vermehrung nach der anfänglichen Entwicklungshemmung vorliegen:

1. Es gehen gewisse Bakterienarten, die gegen Borax nicht resistent sind, zu Grunde, andere resistentere nicht, und nur diese letzteren entwickeln sich. Würde sich eine solche Annahme als richtig erweisen, so könnte es sehr leicht der Fall sein, dafs wir vielleicht vermittelst eines bestimmten Boraxzusatzes zu unseren Nahrböden einen elektiven Nährboden für bestimmte, auf andere Weise schwer zu unterscheidende Bakterien hätten.

Zweitens war es nicht ausgeschlossen, dafs durch das Zugrundegehen von Bakterien vielleicht irgendwelche Stoffe frei würden, die den Nährboden so beeinflufsten, dafs derselbe für die sich entwickelnden Bakterienarten nunmehr geeignet sei.

Drittens konnten sich chemische Umsetzungen in der Flüssigkeit vollziehen, die die anfängliche Hemmungswirkung des Borax paralysierten. Vorderhand erschien es mir bei dieser Frage ziemlich einerlei, ob diese chemischen Umsetzungen mit oder ohne Hilfe von Bakterien vor sich gingen.

Sollten sich von diesen drei Erwägungen keine experimentell beweisen lassen, so blieb meiner Meinung vorläufig eine vierte Erklärung für diesen Bakterienentwicklungsvorgang übrig, dafs die Bakterien sich zuerst an den neuen Nährboden mit dem Boraxzusatz gewöhnen müssen. Mit dieser sog. Adaption an einen neuen Nährboden wäre allerdings wenig gewonnen gewesen und die Frage eigentlich unbeantwortet geblieben.

Es war nun zuerst meine Aufgabe, die Befunde Langes nachzuprüfen und sodann erst nach den Ursachen zu forschen.

Da ich Blut als Faulflüssigkeit für meine Versuche nicht immer frisch erhalten konnte, so stand ich von Blut als Nährflüssigkeit für die Fäulnisbakterien ab. Ich verfuhr so, indem

ich mir 1 Pfd. reines, geschabtes, fettfreies Rindfleisch am Abend mit 1 l destillierten Wassers übergofs, dasselbe die Nacht über in einen Kühlschrank von 17—20° C. stellte, am nächsten Morgen diese Masse durch Leinwand prefste, filtrierte und sodann diese Flüssigkeit bis zu Beginn des Versuches (gewöhnlich mittags 2 Uhr) bei Zimmertemperatur stehen liefs, also eine Zubereitungsart, wie man sie bei unseren gewöhnlichen Nährböden immer anwendet.

Gleich bei dem ersten Versuch überzeugte ich mich jedoch, dafs bei Boraxzusatz nach einer ganz kurzen und geringen anfänglichen Hemmung der Bakterienentwicklung, dieselben sich sodann so vermehrten, dafs an ein Zählen auf einer solchen Platte nicht mehr gedacht werden kann. Ich wandte deshalb zu allen meinen folgenden Versuchen (wo nicht anders bemerkt) verdünnte Nährlösungen an, indem ich ca. 15 ccm obiger Fleischmacerationsflüssigkeit bis auf 100 ccm mit destilliertem Wasser auffüllte. Wie wir später aus der Gegenüberstellung der Bakterienentwicklung in solchen verdünnten und konzentrierten Nährflüssigkeiten ersehen werden, war eine solche Verdünnung der genauen Analyse der Borax- etc. Wirkung auf die Bakterien sehr förderlich. Ich untersuchte gew. $^1/_8$ bis 2 % Boraxzusatz zu dieser Nährflüssigkeit, den Borax etc. löste ich mir vorher in ca. 10 ccm heifsem destillierten Wasser auf, da ich fand, dafs selbst pulverisierter Borax zu seiner vollständigen Lösung in der betreffenden Flüssigkeit manchmal Stunden lang dauerte. Die Verdünnungen von 2 % an abwärts stellte ich mir genau so wie Lange (s. o.) dar. Für jede Konzentration nahm ich immer 100 ccm und füllte dieselben in ein vorher sterilisiertes Erlenmeyersches Kölbchen. Von dieser in den Erlenmeyers befindlichen Flüssigkeit wurden in verschiedenen Zeitintervallen je 1 Öse in Gelatine zerteilt und Platten gegossen (Petrische Schalen). Die Erlenmeyerschen Kölbchen standen, mit einem Wasserpfropfen versehen, bei Zimmertemperatur 20 – 28° C., die Gelatineplatten wurden in einem Kühlschrank von 17—20° C. aufbewahrt, am nächsten Tage und gewöhnlich noch an den nächsten 3 Tagen, wenn sie nicht

mittlerweile durch verflüssigende Bakterienkolonien verdorben waren, gezählt.

Zur Zählung der Bakterienkulturen auf den Petrischen Schalen wurde, wenn nicht viel Kolonien vorhanden waren, der Miesche Apparat, meist jedoch das Mikroskop (Zeifs Objektiv 3ª und B mit Okular 2) benutzt. Waren sehr viele Kolonien gewachsen, so wurde aufserdem noch das Gesichtsfeld verkleinert.

Bei einer bestimmten Tubuslänge rechnete ich mir für die beiden Objektive den Inhalt des Gesichtsfeldes aus und den wievieltsten Teil der Inhalt des Gesichtsfeldes von dem Inhalt der ganzen Schale mifst. Ich zählte sodann die Anzahl der Bakterienkolonien möglichst vieler Gesichtsfelder auf den verschiedensten Teilen der Platte und konnte daraus mir die Anzahl der Kolonien auf der ganzen Platte sehr leicht ausrechnen.

Dafs ich immer dieselbe Platinöse nahm, im übrigen auf noch viele Kleinigkeiten achtete, die eventuell zu Fehlerquellen führen konnten, brauche ich wohl nicht weiter auszuführen.

Versuch 1.

Herstellung einer Fäulnisflüssigkeit (s. o.). Versetzen mit verschiedenen Prozenten **Borax** (s. o.).

Tabelle I.

	Anzahl der Colonien auf der Platte nach						
	sofort	nach 4 Stunden	21 Stunden	27 Stunden	2 Tagen	3 Tagen	5 Tagen
ohne Zusatz	3100	10 050	20 400	120 000	225 000	239 900	324 000
$^1/_4$ %	3000	6 100	241 000	322 560	381 800	329 000	665 000
$^1/_2$ %	3000	3 750	20 550	32 800	195 200	200 000	354 000
1 %	2800	2 450	3 800	7 950	13 500	47 200	105 000
2 %	3100	1 850	450	450	2 980	18 400	33 000

	Anzahl der Colonien auf der Platte nach					
	7 Tagen	9 Tagen	12 Tagen	15 Tagen	23 Tagen	43 Tagen
ohne Zusatz	1 523 000	2 425 000	2 930 000	4 170 000	1 200 000	602 000
$^1/_4$ %	1 253 000	1 955 000	2 025 000	3 020 000	1 070 000	105 000
$^1/_2$ %	766 000	1 225 000	891 000	865 000	510 000	160 000
1 %	347 000	695 000	945 000	625 000	490 000	100 000
2 %	158 000	258 000	354 000	365 000	260 000	100 000

Versuch 2.

(Parallelversuch von 1. Fäulnisflüssigkeit mit verschiedenem Boraxzusatz.)

Tabelle II.

	Anzahl der Colonien auf der Platte nach										
	sofort	$4^1/_2$ Std.	1	2	3	4	6	9	17	24	29
			Tagen								
ohne Zusatz	500	3400	48 000	192 000	298 500	407 000	564 000	1 800 000	1 200 000	—	650 000
$^1/_8$%	600	2400	177 000	218 500	682 000	995 000	997 000	1 315 000	907 000	—	100 000
$^1/_4$%	580	1900	93 000	97 000	1 030 000	937 000	943 000	1 105 000	810 000	—	110 000
$^1/_2$%	600	650	64 500	66 500	132 000	548 000	599 000	751 000	803 000	—	150 000
1%	600	450	1 950	9 500	148 200	245 000	387 000	408 000	780 000	—	146 000
2%	600	510	150	50	750	19 000	49 000	152 000	188 000	200 000	96 000

Versuch 1 zeigt, dafs nach 4 Stunden bei $^1/_4$% Boraxzusatz gegenüber der normalen Fäulnisflüssigkeit eine gewisse Hemmung in der Bakterienvermehrung stattgefunden hat, während nach 1 Tag eine plötzliche kolossale Entwicklung eintrat, so dafs erst in 7 Tagen die Zahl der Bakterien in beiden Flüssigkeiten ungefähr gleich war, von welchem Zeitpunkt an die Zahl der Bakterien in der unversetzten Nährflüssigkeit gegenüber allen anderen am gröfsten erscheint. Bei der $^1/_2$proz. Boraxfäulnisflüssigkeit dauerte das Hemmungsstadium schon über 1 Tag, erst vom 2. Tage an war auch hier bedeutende Bakterienzunahme, die aber hinter der der normalen Fäulnisflüssigkeit fast immer zurückblieb. Bei 1 und 2% Boraxzusatz dauerte das Hemmungsstadium noch länger, bei 2% Zusatz erreichte erst nach über 2 Tagen die Nährflüssigkeit wieder die Zahl der Bakterien, die sie beim Ansetzen des Versuches gehabt hatte.

In Tabelle 2 finden wir ungefähr dieselben Verhältnisse, wenn wir von einzelnen Nebensächlichkeiten absehen. Hier war das Hemmungsstadium in der Bakterienvermehrung bei 2% Zusatz noch 1 Tag länger als im 1. Versuch.

Wenn wir die Resultate der beiden Versuche zusammenfassen, so können wir bei $^1/_8$, $^1/_4$% Boraxzusatz keine Hemmung in der Bakterienentwicklung entdecken, im Gegenteil scheint dieser Zusatz ein enormer Reiz für die Vermehrung der Fäulnisbakterien zu sein. Nach einigen Tagen hat bei diesen Kon-

zentrationen das Bakterienwachstum früher als bei der normalen Fäulnisflüssigkeit seinen Höhepunkt erreicht, zu welcher Zeit in der normalen Fäulnisflüssigkeit weit mehr Bakterien vorhanden sind.

Die Unterschiede unserer Versuche von denen in der obigen Tabelle von Lange angegebenen unterscheiden sich sofort insofern, als Lange bei jeder Konzentration nach 1 Tag eine Hemmung in der Bakterienentwicklung konstatieren konnte, aufserdem erreichen meine Zahlen bei weitem nicht die Langeschen.

Ich glaube, dafs dieser letztere Unterschied, ganz abgesehen von der anderen Nährflüssigkeit und sonstigen Ursachen, Temperatur etc. hauptsächlich darin seinen Grund haben dürfte, dafs ich meine Nährflüssigkeit so stark verdünnte. Ein Versuch, den ich in dieser Richtung unternahm, bestätigte mir auch dies.

Versuch 3.

100 g geschabtes Rindfleisch werden am Abend mit 100 ccm destillierten Wassers übergossen, am nächsten Tag durch ein Leintuch geprefst und zu diesen 100 ccm ausgeprefsten Fleischflüssigkeit 1 g Pepton zugesetzt, alsdann 2 g Borax gelöst zugesetzt.

Tabelle III.

	Anzahl der Kolonien nach				
	5 Minuten	1 Tag	3 Tagen	5 Tagen	7 Tagen
100 ccm konz. Fleischnährlösung + 1 g Pepton + 2 g Borax	32 000	1 200	625 000	1 000 000	1 615 000

Die Ähnlichkeit mit der Langeschen Tabelle fällt sofort bei Durchsicht dieser Tabelle auf. Bei einem Hemmungsstadium in dieser mit 2% Borax versetzten konzentrierten Nährflüssigkeit von nur 1 Tage findet vom 2. auf den 3. Tag eine kolossale Vermehrung (fast 600fache) statt.

Da ich also im grofsen und ganzen die Resultate Langes, die er mit seinem mit Borax versetzten Blute erhielt, auch mit meinen verdünnten Nährflüssigkeiten bestätigen konnte, so machte

ich mich nun an meine eigentliche Aufgabe, eine Erklärung für diese Vorgänge zu finden, heran.

Ich frug mich zuerst, ob verschiedene Arten durch den Boraxzusatz absterben und andere resistentere sich vermehren würden und ob vielleicht durch das Absterben der nicht resistenten den übrigbleibenden ein günstiger Nährboden ev. geschaffen würde. Um dies zu untersuchen, stellte ich mir von einer Öse Bacillenmaterial, das ich aus der mit 2 % Borax versetzten Nährflüssigkeit und aus der unversetzten entnommen hatte, Verdünnungen in Bouillon her und fertigte mir von diesen Verdünnungen wieder Gelatineplatten an; ich konnte aber schon makroskopisch mit Wahrscheinlichkeit feststellen, dafs ein wesentlicher Unterschied in der Bakterienflora dieser verschiedenen Platten nicht vorhanden sei. Es erschienen im allgemeinen 4 verschiedene, makroskopisch schon genau auf der Gelatineplatte zu unterscheidende Typen von Kolonien, von denen 2 die Gelatine verflüssigten, 2 nicht. Auch quantitativ liefs sich kein Unterschied zwischen den in der 2proz. Boraxfleischlösung und denjenigen in der gewöhnlichen Fäulnislösung befindlichen Bakterienarten erkennen. Es war also somit ganz unwahrscheinlich, dafs bestimmte Bakterienarten infolge der Einwirkung von Borax abgetötet würden, andere gegen Borax resistentere dagegen nach Absterben der ersteren kräftig sich entwickelten. Der Gedanke, mit Boraxzusatz zu einem Nährboden eventuell eine gewisse Bakterienart zu züchten und von anderen zu eliminieren, dadurch dafs diese anderen zu Grunde gehen, mufste für mein Ausgangsmaterial aufgegeben werden.

Zwar möchte ich hier gleich vorwegnehmen, dafs bei längerer Einwirkung (2—3 Wochen) weniger bei Boraxzusatz als bei Zusatz von Soda und Bor- resp. Salzsäure schliefslich nur noch sehr wenige Arten auf der Platte erscheinen und zwar manchmal so charakteristisch, dafs ich schon auf den ersten Blick vermittelst des Mikroskops an dem Aussehen der Kolonien auf der Gelatineplatte sagen konnte, ob die betreffende Platte von einer mit Soda oder Salzsäure versetzten Nährflüssigkeit abstammte. Dies weiter auszuführen würde, mich hier zu weit führen, ich will hier nur noch

bemerken, dafs in einer mit Soda versetzten Fäulnisflüssigkeit mit der Zeit die Gelatine verflüssigenden Kolonien bei weitem die Oberhand gewinnen.

War also ein gewisser Unterschied nach wochenlangem Einwirken zwischen den mit den verschiedenen Stoffen versetzten Nährflüssigkeiten wahrzunehmen, so ist es doch sofort augenscheinlich, dafs diese Erscheinung zur Erklärung der gestellten Aufgabe nicht herangezogen werden kann, da der Unterschied schon in den ersten Tagen (im Vermehrungsstadium der Bakterien) und nicht nach 2—3 Wochen eintreten müfste.

Ich mufs hiernach annehmen, dafs im Anfang der Borax auf alle Bakterien hemmend einwirkt, auf die einen etwas mehr, auf die anderen etwas weniger, und dafs alsdann ungefähr sämtliche Bakterienarten in gleicher Weise sich stark vermehren, bis in 2—3 Wochen durch Aufbrauch des Nährmaterials und vielleicht auch durch sonstige Einwirkung verschiedene Arten früher absterben als andere resistentere.

Um in der Frage der Boraxeinwirkung auf das Wachstum der Bakterien weiterzukommen, stellte ich mir feste Nährböden (Agar und Gelatine) her und versetzte dieselben analog der Herstellungsweise der Fäulnisflüssigkeiten mit der entsprechenden Menge Borax ($^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$, 1 und 2%).

Zuerst untersuchte ich, ob verschiedene pathogene Bakterien (Typhusbacillus, Bact. coli commune, Staphylococcus pyogenes aureus, Streptococcus pyogenes, Bacill. Diphtheriae und Vibrio Cholerae) auf solchem schräg erstarrten und mit Borax versetztem Agar oder Gelatine einen Unterschied im Wachstum zeigten. Von der Wiedergabe der Tabellen sehe ich ab und bemerke nur, dafs bei 2% Boraxzusatz zu Gelatine und Agar sich diese Bakterien nicht entwickelten, bei 1% Boraxzusatz zeigten Bact. typh. und Bact. coli commune ein sehr spärliches Wachstum, bei $^1/_2$% wuchsen Diphtheriebacillus und Vibrio cholerae schon nicht mehr, $^1/_8$% Boraxzusatz schien für wenige Bakterien ein Reiz zu sein, insofern dieselben bei diesem Zusatz auf dem schräg erstarrten Agar üppiger wuchsen.

Auch den Bac. prodigiosus, den Kartoffelbacillus, den Proteus vulgaris impfte ich auf solche Boraxnährböden, sah aber ebenfalls bei diesen bei 1 und 2% Boraxzusatz kein Wachstum.

Da die Fäulnisbakterien in meinen flüssigen Nährmedien bei 2% Boraxzusatz (s. o.) gediehen, so konnte es vielleicht der Fall sein, dafs diese Fäulnisbakterien den Boraxzusatz besser vertrugen und man so imstande sei, dieselben von den obigen pathogenen und anderen Bakterien auf diese Weise elektiv zu züchten. Ich impfte deshalb die schon oben beschriebenen 4 Typen von Fäulnisbakterien auf solch schräg erstarrtem und mit Borax versetztem Agar und Gelatine, hatte aber das überraschende Resultat, dafs diese Fäulnisbakterien, die vorher doch in einer mit 2% Boraxzusatz versetzten Nährflüssigkeit gediehen, auf derartigen festen, mit gleicher Konzentration (2%) versetzten Nährböden mit Ausnahme einer Art, bei der man erst nach 3 Tagen mittels der Lupe ein geringes Wachstum konstatieren konnte, innerhalb 6 Tagen kein Wachstum zeigten.

Da es nun nach diesen Versuchen feststand, dafs die Entwicklung der Fäulnisbakterien auf mit Borax versetzten flüssigen und festen Nährböden voneinander verschieden ist, so stand noch der Versuch aus, ob vielleicht pathogene Bakterien sich auf flüssigen Nährböden ähnlich verhielten wie die Fäulnisbakterien, d. h. auch bei einer bestimmten Konzentration zuerst in der Entwicklung gehemmt würden und sodann sich enorm vermehrten. Ich wählte zu diesem Versuche die beiden, gegen Borax (wie oben schon angedeutet) resistentesten Bakterien: den Bact. typh. und das Bact. coli commune.

Versuch 3 und 4.

Ich nahm zu beiden Versuchen gewöhnlich ganz schwach alkalische bis neutrale Bouillon, versetzte dieselben mit den betreffenden Boraxzusätzen, füllte diese Bouillon in Röhrchen (in jedes Röhrchen 15 ccm) und sterilisierte an drei aufeinanderfolgenden Tagen, impfte sodann die eine Versuchsreihe (Versuch 3 und Tabelle 3) mit 1 Öse von Typhusbacillus, die andere Versuchsreihe (Versuch 4 und Tabelle 4) mit 1 Öse von Bact. coli commune. (Beide Bakterien stammten von einer 24stündigen Bouillonkultur.) Die Röhrchen wurden sodann in den Brutschrank gestellt und an den verschiedenen Tagen (siehe Tabelle 3 und 4) von je einer Öse aus den Röhrchen Agarplatten angelegt.

Tabelle IIIa.

	Anzahl der Kulturen auf den Agarplatten nach						
	5 Minuten	1 Tag	2 Tagen	4 Tagen	7 Tagen	14 Tagen	
ohne Zusatz	6800	690 000	—	880 000	297 000	51 000	Bact. typhi.
1/8 %	6800	195 000	—	625 000	162 000	59 000	
1/4 %	6800	111 000	—	121 000	121,500	33 000	
1/2 %	6800	65 000	—	43 000	35 000	29 000	
1 %	6800	500	—	90	1 950	14	
2 %	6800	75	0	0	0	0	

Tabelle IV.

	Anzahl der Kulturen auf der Agarplatte nach						
	5 Minuten	1 Tag	2 Tagen	4 Tagen	7 Tagen	14 Tagen	
ohne Zusatz	4500	870 000	—	600 000	296 000	22 000	Bact. coli commune
1/8 %	4500	815 000	—	687 000	580 000	31 000	
1/4 %	4500	401 000	—	475 000	442 000	30 500	
1/2 %	4500	25 000	—	205 000	116 000	21 500	
1 %	4500	2 450	—	15 000	2 100	1 050	
2 %	4500	850	95	0	0	0	

Aus diesen beiden Tabellen ergibt sich, dafs bei 2% Boraxzusatz zur Bouillon beide Bakterien langsam absterben, bei 1% Boraxzusatz haben wir hier ebenfalls eine anfängliche Hemmung in der Entwicklung, sodann eine gelinde Vermehrung, nach 7 Tagen wieder ein Absterben von Bakterien zu verzeichnen.

Abgesehen von anderen Unterscheidungsmerkmalen in der Vermehrung dieser beiden Bakterien und der Fäulnisbakterien, findet hier also nur eine geringe Vermehrung nach der anfänglichen Hemmung statt, die bei 1% Boraxzusatz stattfindende spätere Vermehrung der Bakterien erreicht lange nicht die Dimensionen wie bei den Fäulnisbakterien, obwohl man bei einem so guten Nährboden wie Bouillon nach Analogie mit den Fäulnisbakterien doch annehmen müfste, dafs das Stadium der Vermehrung der Bacillen grofse Ausdehnung annähme. 1/8 und 1/4% Zusatz bedeutet keinen Reiz für die Vermehrung der beiden Bacillen, wie es bei den Fäulnisbakterien offenbar der Fall ist.

Auf diese verschiedenen Unterschiede will ich hier nicht näher eingehen, ich hoffe, dieselben in einer weiteren Arbeit klarzulegen.

Da ich auf diesem Wege in der Beantwortung der gestellten Aufgabe nicht weiter kam, so überlegte ich mir, ob vielleicht chemische Prozesse und Umsetzungen der Eiweifskörper bei dem Entwicklungsvorgang der Fäulnisbakterien irgend eine Rolle spielten. Nun ist es allbekannt, dafs eine Boraxlösung sehr stark alkalisch reagiert, und ich frug mich, ob und welche Rolle diese Alkalescenz bei dem Bakterienwachstum spielte.

Ich ging folgendermafsen vor:

Zuerst stellte ich mir ebenso wie früher Gelatine mit 2 %, ½ %, 1 %, ¼ %, ⅛ % Boraxzusatz dar, titrierte sodann die 2 proz. Boraxgelatine mit einer von mir selbst hergestellten 1/20 Normalsalzsäurelösung unter Zusatz von Phenolphthaleïn und sah, welche Alkalescenz diese mit 2 % Borax versetzte Gelatine besitzt. Dieselbe Alkalescenz gab ich sodann einer anderen neutralen Gelatine, indem ich gesättigte Sodalösung derselben zusetzte. Sodann stellte ich mir von dieser mit Sodalösung versetzten alkalischen Gelatine (analog der Herstellungsweise der verschiedenen Verdünnungen von Borax-Gelatine) Verdünnungen her, indem ich neutrale Gelatine hinzugab. So stellte ich mir z. B. 20 ccm Gelatine her, der ich durch Titration mit 1/20 Normalsäure genau den Alkalescenzgrad einer mit 2 % Borax versetzten Gelatine gab, nahm von diesen 200 ccm Soda-Gelatine 100 ccm und versetzte diese letztere mit 100 ccm neutraler Gelatine. Auf diese Weise hatte ich 200 ccm Gelatine, die dem Alkalescenzgrad einer mit 1 % Borax versetzten Gelatine gleichkam. Von dieser letzteren nahm ich wieder 100 ccm und verdünnte so weiter, bis ich den Alkalescenzgrad entsprechend einer Gelatine, die mit ⅛ % Borax versetzt ist, erreicht hatte. Vermittelst einer solchen Darstellungsart hatte ich 100 ccm Gelatine, die dem Alkalescenzgrad einer 2 proz. Borax-Gelatine, 100 ccm, die demjenigen einer 1 proz. Borax-Gelatine, 100 ccm, die in der Alkalescenz einer ½ proz. Borax-Gelatine entsprach u. s. w.

Mein Gedankengang war der, dafs, wenn ich diese Borax- und Soda-Gelatine mit der gleichen Anzahl von Fäulnisbakterien

impfte und davon Platten herstellte, ich aus der Entwicklung der Anzahl der auf den verschiedenen Platten gewachsenen Kolonien feststellen konnte, welcher Einflufs einesteils dem Borax an und für sich, andernteils der Alkalescenz in der Entwicklung der Bakterien zukäme.

Ferner stellte ich mir neutrale, mit Borax versetzte Gelatine her, indem ich die Alkalescenz einer, z. B. von 200 ccm mit 4 g Borax versetzten Gelatine bis zum Eintritt der neutralen Reaktion mit Salzsäure abstumpfte; von diesen 200 ccm neutraler Borax-Gelatine nahm ich 100 ccm, versetzte dieselben mit 100 ccm normaler Gelatine und hatte auf diese Weise 200 ccm neutrale Borax-Gelatine, die im Boraxgehalt einer 1 proz. Boraxgelatine gleichkamen. So verdünnte ich auch hier weiter, bis ich $^1/_8$ % Borax-Gelatine erreicht hatte.

Um die Frage erschöpfend zu behandeln, stellte ich mir auch mit Borsäure versetzte Gelatinenährböden her, wobei ich ebenfalls zu 200 ccm 4 g Borsäure zusetzte und nach der vollständigen Lösung der Borsäure in der Gelatine nahm ich, analog der früheren Herstellungsweise (bei der mit Borax versetzten Gelatine), 100 ccm, versetzte dieselben mit 100 ccm normaler Gelatine, es resultierten hieraus 200 ccm 1 proz. Borsäuregelatine. In gleicher Weise verdünnte ich weiter bis $^1/_8$ % Borsäurezusatz.

Um die Wirkung der Säure festzustellen, titrierte ich die 2 proz. Borsäure-Gelatine mit $^1/_{10}$ einer für Zimmertemperatur gesättigten Sodalösung (= 2,1 % krystallhaltig = 0,72 wasserfreier Soda), da es ja nur auf die relativen Unterschiede ankam, setzte sodann zu 200 ccm neutraler Gelatine so lange Salzsäure hinzu, bis dieselbe denselben sauren Titre besafs. Ich hatte so 200 ccm Salzsäure-Gelatine, die im Säuregehalt einer 2 proz. Borsäure-Gelatine entsprach, verdünnte von dieser 100 ccm wie oben wieder mit 100 ccm normaler neutraler Gelatine, so dafs ich 200 ccm hatte, die im sauren Titre einer 1 proz. Borsäuregelatine gleichkam und verfuhr auf dieselbe Weise weiter wie oben.

Als Indikator nahm ich Phenolphthaleïn. Zur Titration wandte ich bei allen folgenden Untersuchungen eine von mir selbst hergestellte $^1/_{20}$ Normalsäure und eine ebenfalls von mir selbst

hergestellte Lösung einer gesättigten Sodalösung, die ich 10fach verdünnte, an. Bei sämtlichen Titrationen ging ich in der Weise vor, dafs ich 5 ccm mit einer Pipette aus der zu untersuchenden Flüssigkeit entnahm, diese 5 ccm in einem Becherglas mit immer derselben Menge destillierten Wassers (durch Marke an dem Becherglas bezeichnet) verdünnte, mit ein paar Tropfen Phenolphthaleïn versetzte und dann aus Büretten die Säure- oder Sodalösung zutropfen liefs.

Versuch 5.

Nachdem ich mir obige Nährböden hergestellt hatte, impfte ich sämtliche mit je einer Öse einer von mir hergestellten, frischen, unverdünnten Fäulnislösung an einem Tage, gofs diese infizierte Gelatine in Petrischalen und stellte letztere in einen Raum von 18—20° C. Die Platten wurden 4 Tage lang mittels Zeifs B beobachtet und die Kolonien gezählt, und ich bekam folgende Tabelle:

Tabelle V.

	Anzahl der Kolonien bei Zusatz von					
	ohne Zusatz	1/8 %	1/4 %	1/2 %	1 %	2 %
Gewöhnliche Boraxplatte	28 200	27 500	15 500	7 000	30	0
Boraxplatte, die mit Salzsäure neutralisiert wurde	28 200	24 000	10 000	7 500	68	0
Sodaplatte mit dem entsprechenden alkalischen Titre	28 200	29 000	26 000	19 000	9 000	verflüssigt
Borsäuregelatineplatte	28 200	19 200	6 200	2 000	220	80
Salzsäuregelatineplatte, die den sauren Titre der Borsäuregelatineplatte besitzt	28 200	21 000	12 200	9 500	7 500	220

Denselben Versuch wiederholte ich natürlich verschiedene Male und bekam meist dasselbe Resultat.

Betrachten wir zunächst die Sodaplatte, so ergibt sich bei 1/8 % Zusatz eine deutliche Reizwirkung, insofern auf der Platte mehr Kolonien gezählt wurden als auf der Kontrollplatte. Bei 1/4 % haben wir eine ganz schwache Abnahme der Kolonienanzahl zu verzeichnen, die bei 1/2 % und 1 % sehr deutlich wird. Die 2proz. Sodaplatte war immer in den Versuchen verflüssigt, so dafs ich dieselbe hier aufser acht lasse. Zu bemerken ist noch, dafs auf manchen 1/4proz. Sodaplatten ebenfalls eine gröfsere Anzahl

Kolonien aufsprofsten als auf der normalen Platte. Mit anderen Worten: Die Alkaliwirkung auf die Fäulnisbakterien bedeutet bei $^1/_8$ % einen Reiz für das Bakterienwachstum, von $^1/_2$ % an aufwärts eine Hemmung.

Vergleichen wir mit dieser Tabelle die Anzahl der Kolonien auf der gewöhnlichen Boraxplatte, so haben wir bei $^1/_8$ % schon eine geringe Hemmung zu verzeichnen, die bei aufsteigender Konzentration stärker wird, bei 2 % wachsen keine Kolonien mehr. Abgesehen von der Anzahl der Kolonien, konnte ich diesen hemmenden Einflufs auch aus der Kleinheit der Kolonien am 2. und 3. Tage nach der Aussaat konstatieren, indem ich bei $^1/_8$ % nach einem Tag kaum 4000 Kolonien, mittels Zeifs B bei $^1/_4$ % 3000, bei $^1/_2$ % ebensoviele zählte. Die 30 Kolonien bei 1 % Boraxzusatz hatten erst am 4. Tag die gewöhnliche Gröfse der Kolonien auf der $^1/_8$ Sodaplatte erreicht.

Aller Voraussicht nach mufste nun auf den neutralen Boraxplatten, woselbst, abgesehen von dem etwas vermehrten Salzgehalt durch die zur Neutralisation nötige und zugesetzte Salzsäure, die Borwirkung allein auf das Bakterienwachstum wirkt, die Wirkung dieser Nährböden gleich der Wirkung des Borax minus derjenigen der Soda- oder Alkaliwirkung sein. Die Vermutung wurde auch durch die Thatsachen bestätigt, insofern bei $^1/_8$ % und $^1/_4$ % auf der gewöhnlichen Boraxplatte mehr Kolonien gezählt wurden als auf der neutral gemachten Boraxplatte. Mit anderen Worten: Die reizende Alkaliwirkung bei $^1/_4$ und $^1/_8$ % bewirkt, dafs auf der gewöhnlichen Boraxplatte mehr Kolonien sich entwickeln als auf der neutralen Boraxplatte. Von $^1/_2$ % an aufwärts erkennen wir bei der gewöhnlichen Boraxplatte neben der hemmenden Wirkung des Bor noch die hemmende Wirkung des Alkali auf das Bakterienwachstum, welch letztere in der Tabelle der Sodaplatte sich deutlich bei $^1/_2$ und 1 % zeigt.

Vergleichen wir mit der Alkaliwirkung auf das Bakterienwachstum die Säurewirkung, wie sie uns in der Tabelle bei den Salzsäuregelatineplatten entgegentritt, so haben wir bei derselben bei den geringsten Konzentrationen schon eine hemmende Wirkung auf das Wachstum der Fäulnisbakterien zu verzeichnen.

Bei den Borsäuregelatineplatten erkennt man aus der Tabelle wieder den hemmenden Einflufs des Bor neben dem der Säure. Auch erreichten hier die 80 Kolonien ungefähr am 4. Tag erst die Gröfse der auf der normalen Gelatineplatte nach einem Tag gewachsenen Kolonien.

Dafs auf der 2proz. Borsäuregelatineplatte überhaupt noch Kolonien wuchsen, ist auf den ersten Blick etwas befremdend, da auf der neutralen 2proz. Boraxgelatineplatte keine Entwicklung stattfand. Wenn man aber den Borgehalt in 1 g Borax und 1 g Borsäure nach dem Molekulargewicht bestimmt, so entspricht ungefähr 1 g Borax nur $^{2}/_{3}$ g Borsäure und 2 g Borax erst $^{4}/_{3}$ g Borsäure, so dafs diese Differenzen sofort verständlich werden.

Wir haben aus obigem die Wirkung des Borax, der Borsäure, die Alkali- und Säurewirkung auf das Wachstum der Fäulnisbakterien in festen Nährböden kennen gelernt, es frug sich nun, wie diese verschiedenen Agentien in den flüssigen Nährböden wirken, ob vielleicht durch eine genaue Analyse dieser Wirkungen sich eine Erklärung der ursprünglichen Aufgabe ergeben würde. Ich benutzte zu diesen Versuchen wieder mein verdünntes (s. o.) Fleischwasser, bestimmte genau den alkalischen Titre einer 2proz. Boraxlösung, brachte sodann eine andere verdünnte Fleischlösung durch Zugabe von gesättigter Sodalösung auf denselben alkalischen Titre, verdünnte in oben beschriebener Weise und beobachtete nun, indem ich von Zeit zu Zeit die Anzahl der Kolonien, die sich in einer Öse der betreffenden Flüssigkeiten befanden, durch das Gelatineplattenverfahren bestimmte. Der Vollständigkeit wegen untersuchte ich auch den Verlauf der Bakterienentwicklung in mit Borsäure und Salzsäure versetztem Fleischwasser.

Versuch 6.

Versetzen von 200 ccm verdünntem (s. o.) Fleischwasser mit einer gesättigten Sodalösung bis der Alkalescenzgrad einer 2proz. Boraxlösung erreicht ist. Von diesen 200 ccm werden 100 ccm mit der gleichen Menge gew. (s. o.) verdünntem Fleischwasser hergestellt und auf diese Art wie oben bei allen Verdünnungen verfahren. Alle Kölbchen (Erlenmeyer) stehen, leicht mit Watte gepfropft, bei Zimmertemperatur (22—28° C.).

Tabelle VI.

Sodafleischwasser.

	Anzahl der Colonien auf den Gelatineplatten nach									
	5	1	2	4	6	8	10	11	14	17
	Min.	Tagen								
ohne Zusatz	2600	212 000	verflüssigt	∞	—	2 100 000	—	912 000	1 110 000	510 000
$^1/_8$ %	2600	558 000	»	3 300 000	—	1 800 000	—	803 000	715 000	375 000
$^1/_4$ %	2600	541 000	»	3 000 000	—	1 750 000	—	800 000	610 000	321 000
$^1/_2$ %	2600	161 000	»	3 100 000	—	1 800 000	—	512 000	500 000	300 000
1 %	2600	2 200	»	2 150 000	—	2 250 000	—	500 000	350 000	85 000
2 %	2600	5	990	1 300 000	1 515 000	—	875 000	725 000	300 000	160 000

Aus dieser Tabelle ersehen wir, dafs bei einem Alkalizusatz (Sodalösung) zur Fleischlösung, der einer 2- und 1 proz. Boraxfleischlösung entspricht, wir wieder ein anfängliches Hemmungsstadium in dem Wachstum der Bakterien unterscheiden können, worauf sofort eine kolossale Entwicklung von Keimen erfolgt. Bei 2 % Zusatz dauert das Hemmungsstadium zwei Tage, worauf innerhalb von zwei Tagen die Bakterien sich ca. 1400 fach vermehren. Bei 1 % Zusatz dauert das Hemmungsstadium nur einen Tag, worauf sofort kolossale Vermehrung erfolgt. Bei $^1/_8$ und $^1/_4$ % Zusatz läfst sich nach einem Tag wieder der Alkalireiz deutlich erkennen, insofern die Bakterienanzahl bei beiden mehr als das Doppelte als in dem Kölbchen ohne Zusatz beträgt.

Nach einer gewissen Zeit (nach 4—8 Tagen) haben die Bakterien in sämtlichen Kölbchen das Maximum ihrer Vermehrung erreicht, von welchem Zeitpunkte an sie langsam an Zahl geringer werden.

Die Hauptsache, die sich aus dieser Tabelle ergab, war für mich der Umstand, dafs die Bakterien hier in der Sodalösung genau den Entwicklungsgang darboten, d. h. dafs bei 2, 1 und $^1/_2$ % Zusatz auf ein anfängliches Hemmungsstadium ein solches enormer Entwicklung folgte.

Ich stellte mir nun die Frage, ob diese Vorgänge an die Alkalescenz des Nährbodens gebunden waren. Sollte dies der Fall sein, so durfte ein neutraler Boraxnährboden — d. h. ein unter

genau denselben Verhältnissen wie früher hergestellter Borax-fleischwassernährboden, den ich mit Salzsäure neutral machte — einen solchen Gang in der Entwicklung der Bakterien nicht zeigen.

Versuch 7.

Herstellung des gewöhnlichen verdünnten Fleischwassers, 1 Kölbchen ohne Boraxzusatz, 1 Kölbchen 2 proz. Boraxzusatz und 1 Kölbchen 1 proz. Boraxzusatz. Alle 3 Kölbchen werden mit Salzsäure neutralisiert.

Tabelle VII.

	Anzahl der Kolonien auf den Gelatineplatten nach						
	5 Min.	1	3	5	7	10	17
		Tagen					
ohne Zusatz	4300	180 000	1 040 000	1 510 000	2 100 000	2 400 000	612 000
2 %	4300	12 000	35 000	81 000	161 000	580 000	270 000
1 %	4300	24 500	425 000	1 205 000	870 000	838 000	460 000

In der That, in dieser Tabelle ist keine so enorme und schnelle Entwicklung der Bakterien nach einer anfänglichen Hemmung auf das Bakterienwachstum zu entdecken. Wir können nur einen hemmenden Einfluſs der Zusätze im allgemeinen konstatieren, die Vermehrung der Bakterien geht weit langsamer als in der unversetzten Flüssigkeit vor sich, erreicht nicht die Dimensionen der letzteren und die Bakterienanzahl bleibt in der ganzen Beobachtungszeit hinter der des unversetzten Kölbchens zurück. So war es also für mich klar, daſs in mit Borax versetzten Fleischlösungen nur an das Alkali der eigenartige Entwicklungsgang der Bakterienvermehrung geknüpft sein konnte, und, um in der Beantwortung der ursprünglich mir gestellten Frage ganz sicher zu gehen, beschloſs ich, auch noch den Borsäure- und Salzsäureeinfluſs auf das Wachstum der Bakterien zu studieren.

Versuch 8.

Borsäurefleischlösung.

Herstellung von verdünnter Fleischlösung (wie oben), Zusetzen von 4 g Borsäure zu 200 ccm Fleischflüssigkeit, gewöhnliche Darstellung der Verdünnungen.

Tabelle VIII.

	Anzahl der Kolonien auf den Gelatineplatten nach							
	5 Minuten	1	2	4	6	8	11	20
		Tagen						
ohne Zusatz	19 500	520 000	541 000	573 000	663 000	1 625 000	1 000 000	915 000
1/8 %	19 500	61 500	73 000	402 000	1 300 000	1 470 000	980 000	655 000
1/4 %	19 500	61 700	68 000	83 000	395 000	980 000	96 000	1 115 000
1/2 %	19 500	26 100	28 000	78 000	41 000	174 000	180 000	585 000
1 %	19 500	2 200	2 200	3 400	4 500	34 800	135 000	86 000
2 %	19 500	105	103	150	860	32 200	123 000	16 000

Aus dieser Tabelle ergibt sich wieder, wenn auch nicht so ausgesprochen, wie z. B. bei derjenigen des Sodafleischwassers, dafs bei 1 und 2% Zusatz auf ein Hemmungsstadium in der Entwicklung der Bakterien eine mäfsig starke Vermehrung derselben folgt. Der natürliche Vorgang müfste doch der sein, dafs z. B. bei 2% Zusatz, wenn innerhalb eines Tages die Kolonien von 19500 auf 150 zurückgehen, im Verlaufe der nächsten Tage auch diese 150 Kolonien noch sterben müfsten, vorausgesetzt natürlich, dafs alle Bakterien in gleicher Weise beeinflufst würden. Mithin mufs sich auch hier bei den mit Borsäure versetzten Fleischlösungen, da, wie sich auf den Platten zeigte, keine bestimmten Arten von Bakterien zu Grunde gingen, in der Flüssigkeit selbst etwas ereignen, was nach der anfänglichen Hemmung die darauffolgende Entwicklung der Bakterien hervorrief.

Um die Einwirkung der Säure in solchen Fleischlösungen festzustellen, stellte ich mir Salzsäurefleischlösungen her und beobachtete wieder den Entwicklungsgang in der Vermehrung der Bakterien.

Versuch 9.

Salzsäurefleischwasser.

Herstellung der gewöhnlich verdünnten Fleischlösung, Versetzen von 200 ccm derselben mit Salzsäure, bis sie den sauren Titre einer 2 proz. Borsäurelösung erhält, Verdünnung von 100 ccm solcher 2 proz. Salzsäurelösung mit 100 ccm unversetzter verdünnter Fleischlösung, so dafs hieraus 200 ccm einer Fleischlösung resultierten, die den Säuregehalt einer 1 proz. Borsäurefleischlösung besitzt. Verdünnung so weiter, wie oben beschrieben. Alles

aufbewahrt in mit Wattetampons leicht zugepfropften Erlenmeyerschen Kölbchen bei Zimmertemperatur 24—28° C. Entnahme an verschiedenen Tagen von 1 Öse Fäulnisflüssigkeit, Anfertigen von Gelatineplatten, wie bei allen vorhergehenden und folgenden Versuchen.

Tabelle IX.

	Anzahl der Kolonien auf der Gelatineplatte nach						
	5 Minut.	1 Tagen	2 Tagen	3 Tagen	6 Tagen	11 Tagen	15 Tagen
ohne Zusatz	170 000	720 000	1 258 000	1 410 000	1 225 000	1 200 000	1 610 000
1/8 %	170 000	71 000	460 000	1 240 000	1 580 000	1 520 000	1 600 000
1/4 %	170 000	56 000	121 000	190 000	1 110 000	1 425 000	1 650 000
1/2 %	170 000	190	26 500	162 000	1 060 000	1 175 000	955 000
1 %	170 000	109	15 500	110 000	215 000	465 000	610 000
2 %	170 000	5	3	25	54 000	305 000	310 000

Gerade wie in der Sodafleischlösung, tritt hier in der Salzsäurefleischlösung wieder — namentlich bei einem Zusatz von 1/2, 1 und 2% nach einer anfänglichen Hemmung in der Bakterienentwicklung — eine enorme Bakterienvermehrung auf. Bei dem 2 proz. Zusatz war die Schädigung der Bakterien so enorm, dafs ich nach 2 Tagen die 3 auf der Platte gewachsenen Kolonien erst am 3. Tage mittels des Mikroskopes nachweisen konnte.

Also auch bei Salzsäurezusatz liefs sich der bekannte Entwicklungstypus (anfängliche Hemmung, dann kolossale Vermehrung) viel deutlicher nachweisen als bei Borsäurezusatz, wie wir dies bei Sodazusatz gegenüber Boraxzusatz beobachten konnten. Und es lag wieder die Vermutung nahe, sollte hier die Säure an dem unerklärten Entwicklungstypus Schuld sein?

Der Versuch bestätigte die Vermutung. Ich sehe davon ab, die Protokolle derselben hier anzuführen, da der Versuch 7 ziemlich gleich ist. Ich stellte denselben wieder so an, indem ich mir die betreffenden Borsäurefleischlösungen herstellte und sodann mit Sodalösung neutralisierte.

Aus allen diesen Versuchen ergab sich mithin, dafs die enorme Vermehrung der Bakterien nach einer

anfänglichen Hemmung in der Alkali- resp. Säurewirkung bei Borax und Borsäure zu suchen sei. Es mufste der Alkali- und Säuregehalt der Nährflüssigkeiten auf irgend eine Weise abnehmen, um den Bakterien einen günstigeren Nährboden zu bereiten und damit die anfängliche Hemmungswirkung zu paralysieren.

Es ist eine feststehende Thatsache, dafs Bakterien auf den gewöhnlichen stickstoffhaltigen Nährböden von neutraler Reaktion Alkali produzieren. Es liefs sich also sehr gut annehmen, dafs in einer sauren Nährflüssigkeit, wie es die mit Borsäure und Salzsäure versetzte ist, durch Bildung von vorwiegend alkalischen Zerfallsprodukten und dadurch bedingte Abstumpfung der sauren Reaktion die Vermehrung der Bakterien in diesen Nährflüssigkeiten bedingt sei. Anderseits konnte es auch der Fall sein, dafs in einer stark alkalischen Flüssigkeit gerade der entgegengesetzte Prozefs statthat, insofern in einer solchen Nährflüssigkeit Säure vermittelst der Bakterien produziert würde, die die Alkalescenz vermindert.

Es war somit zunächst meine Aufgabe, titrimetrisch genau in einer Boraxlösung festzustellen, ob der Alkalescenzgrad einer solchen Lösung abnimmt und ob diese Abnahme mit der enormen Vermehrung der Bakterien zeitlich nebeneinander herläuft. Hervorheben möchte ich noch, dafs ich bei sämtlichen vorausgegangenen und folgenden Titrationen mit ein und derselben, von mir selbst verfertigten $^1/_{20}$-Normalsalzsäurelösung und mit einer $^1/_{10}$ (gesättigten) Sodalösung titrierte. Und zwar titrierte ich immer 5 ccm der betreffenden Flüssigkeit, indem ich mit einer 5 ccm haltenden Pipette die Flüssigkeit entnahm. Auf alle Fehlerquellen etc. gab ich genau acht und brauche ich über diesen Punkt mich hier nicht weiter auszulassen (s. o.).

Versuch 9a.

2proz. Boraxfleischwasser.

Herstellung der gewöhnlichen, verdünnten, mit 2 % Borax versetzten Fleischlösung. Es werden 500 ccm genommen, in einem mit einem Wattebausch leicht zugepfropften Glase bei Zimmertemperatur stehen gelassen.

Tabelle IXa.

Beobachtung am	Kolonien	Titre			
		oben	unten	Differenz	Gesamttitre
1. Tag	102 000	8,8	8,8	0	8,8
2. »	32 000	8,8	8,8	0	8,8
3. »	12 000	8,8	8,8	0	8,8
4. »	121 000	8,6	8,7	0,1	8,7
5. »	168 000	8,5	8,6	0,1	8,6
7. »	297 000	8,0	8,1	0,1	8,1
9. »	490 000	7,2	7,8	0,6	7,7
12. »	480 000	—	—	—	7,3
18. »	175 000	—	—	—	7,4

Versuch 9b.

1 proz. Boraxfleischwasser.

Herstellung wie voriger und frühere Versuche.

Tabelle IXb.

Beobachtung am	Kolonien	Titre			
		oben	unten	Differenz	Gesamttitre
1. Tag	79 000	—	—	—	3,7
2. »	129 000	—	—	—	3,6
3. »	772 000	3,0	3,6	0,6	3,5
4. »	1 020 000	2,8	3,0	0,2	2,95
6. »	1 090 000	2,6	2,7	0,1	2,6
7. »	908 000	2,15	2,15	0	2,2
8 »	692 000	2,2	2,2	0	2,2
13. »	590 000	2,0	2,0	0	2,0
24. »	249 000	—	—	—	3,4

Aus beiden Tabellen ist ersichtlich, dafs der alkalische Gesamttitre mit der Vermehrung der Bakterien abnimmt. Den Gesamttitre bestimmte ich immer in der Weise, dafs ich die Fäulnisflüssigkeit tüchtig umschüttelte und sodann die 5 ccm Flüssigkeit mit der Pipette entnahm. Je mehr die Bakterien sich vermehren, um so mehr nimmt auch zu gleicher Zeit die Alkalescenz ab. Sterben sodann Bakterien ab, so sehen wir wieder die Alkalescenz gröfser werden, ja sie kann, wie wir in Tabelle 9b

sehen, bedeutend zunehmen. In Tabelle 9a nimmt sie nur sehr wenig zu.

Diese nachfolgende Alkalescenzzunahme ist bei geringer Alkalescenz der Nährflüssigkeit (wie 9b) in der Regel gröfser als bei höherem Alkaligehalt des Nährbodens, wie ich mich durch viele Versuche überzeugen konnte.

Ich untersuchte nun auch, ob verschiedene Schichten der Fäulnisflüssigkeit bei ruhigem Stehen vielleicht eine verschiedene Alkalescenz aufwiesen. Da nach dem Vorausgehenden die Alkalescenzabnahme zeitlich genau mit der Bakterienzunahme verknüpft war, so mufste natürlich, wenn die Flüssigkeit ruhig stand, in den Schichten der gröfsten Bakterienvermehrung auch die geringste Alkalescenz sein. Ich pipettierte zuerst von der obersten Schicht 5 ccm ab, titrierte dieselben, sodann ging ich mit der geschlossenen Pipette auf den Boden des Glases und entnahm hier wieder 5 ccm. Ich hatte das überraschende Resultat, dafs in der Regel in der obersten Schicht die geringste Alkalescenz vorhanden war, während man a priori eigentlich das Gegenteil erwarten sollte, und weiter unten dieselbe als gröfser sich erwies. Und zwar konnte dieser Unterschied nur dann wahrgenommen werden, wenn eine beträchtliche Bakterienvermehrung stattfand. Bei Abnahme der Zahl der Bakterien oder nur ganz geringer Zunahme konnte eine solche Differenz in dem Alkaligehalt der Flüssigkeit nicht beobachtet werden. Wie sich weiter aus den beiden Tabellen ergibt, kann diese obere geringere alkalische Flüssigkeitsschicht nur sehr wenig hoch sein, da die Gesamtalkalescenz meist dieselbe wie diejenige der unteren Flüssigkeitsschichte betrug.

Beim Abpipettieren der oberen Flüssigkeitsschicht ist es nötig, dafs man mit gröfster Sorgfalt gerade nur die obere Schicht absaugt, dafs man das Glas nicht schüttelt etc. In den aufgeführten beiden Tabellen sind zufälligerweise nur sehr geringe Unterschiede in dem Alkalescenzgehalt der oberen und unteren Flüssigkeitsschichte aufgeführt. Bei anderen Versuchen fand ich oft eine viel gröfsere Differenz, die bis 1,2 betrug. Bei manchen wenigen Beobachtungen fand ich dagegen trotz Bakterienzunahme

keine Alkalescenzdifferenz der verschiedenen Flüssigkeitsschichten. Ob dieser Befund darauf beruht, daſs ich nicht genau oben abpipettierte, oder daſs das Glas nicht ruhig stand, oder sonstige abnorme Strömungen in der Flüssigkeit vorhanden waren, weiſs ich nicht. Jedenfalls war das Umgekehrte während des Bakterienvermehrungsstadiums niemals der Fall, daſs bei hohem Alkaligehalt in der unteren Flüssigkeitsschicht die geringere Alkalescenz vorgeherrscht hätte.

Aus diesen Befunden schloſs ich, daſs vermittelst der Bakterienvermehrung ein hoher Alkaligehalt des Nährbodens durch Säurebildung herabgesetzt wird, und daſs vermöge dieser geringeren Alkalescenz die Bakterien imstande sind, sich enorm zu vermehren. Weiter ergeben diese Versuche aber auch, daſs an der Oberfläche der Flüssigkeit das gröſste Bakterienwachstum sich in der Regel befindet.

Somit war die nachträgliche enorme Bakterienvermehrung nach der anfänglichen Hemmung in einer Faulflüssigkeit bei Boraxzusatz auf die Abnahme der Alkalescenz der Flüssigkeit zurückzuführen.

Ferner war es augenscheinlich, daſs diese Verhältnisse, d. h. Abnahme der Alkalescenz der Nährflüssigkeit, unter ganz gleichen Verhältnissen in einer mit demselben Alkaligehalt versehenen Sodafleischlösung noch mehr zutage treten müssen, und der Alkalescenzgrad der Flüssigkeit eine gröſsere Abnahme zeigen muſste als in der entsprechenden Boraxlösung, da in einer Sodafleischlösung der hemmende Einfluſs des Borax auf die Vermehrung der Bakterien nicht stattfindet. Ich stellte mir also unter denselben Versuchsbedingungen und auf dieselbe Weise wie bei Versuch 9 und den früheren eine mit Sodalösung versetzte Fleischlösung her:

Versuch 10.

Herstellung von 500 ccm verdünntem Fleischwasser, Zusetzen von gesättigter Sodalösung, bis der Alkaligehalt dem einer 2 proz. Boraxlösung entspricht. Stehenlassen der mit Wattepfropf leicht zugepfropften Flasche bei Zimmertemperatur.

Tabelle X.

2proz. Sodafleischlösung.

	Colonien	Titre			
		oben	unten	Differenz	Gesamttitre
1. Tag	19 500	—	—	—	8,4
2. »	1 200	8,4	8,4	0	8,4
3. »	22 500	8,4	8,4	0	8,4
5. »	810 000	7,2	7,25	0,05	7,25
6. »	1 825 000	5,9	6,0	0,1	6,0
7. »	—	5,7	5,9	0,2	5,9
8. »	775 000	5,6	6,0	0,4	5,9
9. »	335 000	5,9	6,0	0,1	6,0

Wir sehen, unsere Vermutung hat sich bestätigt, der Alkaligehalt einer Sodafleischlösung zeigt in derselben Zeit unter denselben Verhältnissen eine gröfsere Abnahme wie es bei einer Boraxfleischlösung mit demselben Alkaligehalt der Fall ist. In der Sodafleischlösung, Tabelle 10, geht der Alkaligehalt von 8,4 innerhalb 7 Tagen unter gleichen Bedingungen auf 5,9 herab, verringert sich also um 2,5, während in der entsprechenden Tabelle 9a bei der Boraxfleischlösung der Alkaligehalt innerhalb 8 Tagen nur von 8,8 auf 7,7 herabgeht, also in ungefähr der gleichen Zeit nur um 1,1 abnimmt.

Bei verschiedenen Kontrollversuchen, bei einer 1proz. Boraxfleischlösung und der entsprechenden Sodafleischlösung erhielt ich immer dieselben Resultate, dafs in der Sodafleischlösung die Alkalescenz bedeutend mehr abnimmt als in der entsprechenden mit Borax versetzten Fleischlösung.

Diese Resultate erklären uns auch wieder, warum in einer Sodafleischlösung die nach dem anfänglichen Hemmungsstadium auftretende Entwicklung und Vermehrung der Bakterien viel bedeutender als bei der entsprechenden Boraxfleischlösung der Fall ist.

Da wir nun in dem Entwicklungsgang und der Art der Vermehrung der Bakterien in mit Borsäure versetzten Fleischlösungen ähnliche Verhältnisse wie in den mit Borax versetzten angetroffen

haben, so war es meine weitere Aufgabe, auch diese Verhältnisse experimentell aufzuklären. Ich stellte mir wieder meine bekannten verdünnten Fleischlösungen her, versetzte dieselben mit der betreffenden Menge Borsäure resp. Salzsäure, bereitete mir die verschiedenen Konzentrationen und beobachtete auf bekannte Art.

Von einer Wiedergabe der Tabellen sehe ich ab, insofern wunderbarerweise in diesen Säurefleischlösungen gerade das Umgekehrte sich ereignete als in den mit Borax und Soda versetzten Fäulnislösungen: Die Säure, die ich mit $^1/_{10}$-Sodalösung (s. o.) genau titrierte, nahm in den Bor- und Salzsäurefleischlösungen ab, es wurde hier nicht Säure in den sauren Nährlösungen, sondern Alkali durch dasselbe Gemisch von Fäulnisbakterien erzeugt. Die Abnahme des Säuregehaltes der Flüssigkeit war hier wieder am gröfsten zu der Zeit, zu welcher die Bakterien sich am meisten vermehrten, gerade so wie wir in alkalischen Nährflüssigkeiten die gröfste Abnahme der Alkalescenz bei der gröfsten Bakterienvermehrung beobachten konnten.

Die Gesamtabnahme der Säure war in mit Borsäure versetzten Fleischlösungen geringer als in den entsprechenden, mit Salzsäure versetzten Lösungen, wodurch wir wie bei den Borax- und Sodafäulnisflüssigkeiten den hemmenden Einflufs des Borax auf die Vermehrung der Bakterien erkennen.

So ging z. B. der saure Titre einer mit Borsäure versetzten Fäulnislösung in 18 Tagen von 4,2 auf 3,2, also um 1,0 herab; während in dem entsprechenden, unter den gleichen Verhältnissen angestellten Versuche bei der mit Salzsäure versetzten Flüssigkeit der saure Titre von 4,5 auf 3,2, also um 1,3 herabging. In einem anderen Versuche ging der saure Titre in dem Borsäurefleischwasser von 1,8 auf 1,0, also um 0,8 herab, während in der Salzsäurefleischlösung derselbe von 3,0 auf 0,1, also um 2,9 herunterging.

Konnte ich in den Borax- und Sodaflüssigkeiten experimentell nachweisen, dafs eine ganz kleine obere Flüssigkeitsschicht existiert, die einen geringeren Alkalescenzwert aufweist als die untere Masse derselben, so konnte ich mich bei meinen titrimetrischen Bestimmungen in den mit Borsäure und Salzsäure versetzten

Flüssigkeiten überzeugen, dafs die obere Schichte einen geringeren Säuregrad aufwies wie die untere. Diese obere, weniger saure Schichte mufs in den sauren Lösungen ebenfalls sehr klein sein, da der Gesamttitre der Flüssigkeit der unteren Schichte entweder gleich oder doch wenigstens sehr nahe kommt, alles Verhältnisse, wie wir sie bei den Borax- und Sodafleischlösungen beobachten konnten. Diese Differenz in dem Säuregehalt der oberen und unteren Schicht ist in den sauren Lösungen ebenfalls zur Zeit der gröfsten Bakterienvermehrung am gröfsten.

Es ergibt sich hieraus, dafs in stark alkalischen Lösungen ein Gemisch von Fäulnisbakterien im stande ist, Säure zu produzieren, dafs ferner ein Gemisch von Fäulnisbakterien in stark sauer reagierenden Nährlösungen Alkali produziert. Beide Male sind die Bakterien befähigt, sich den Nährboden für ihre Entwicklung günstiger zu gestalten.

Der Grund für diese Erscheinung könnte nun darin liegen, dafs in dem einen Fall Säure bildende, im andern Alkali bildende Bakterien in den Vordergrund treten.

Gelatineplatten, die ich mir aus den verschiedenen Versuchen einesteils aus den normalen unversetzten Nährböden, andernteils aus den mit Säure oder Alkali versetzten Nährflüssigkeiten im Stadium ihrer enormen Vermehrung anlegte, lieferten mir in der Qualität zunächst keine solchen Unterschiede, dafs ich eventuell hätte sagen können, diese oder jene Bakterien haben sich so enorm entwickelt, dafs sie eventuell die Alkali- resp. Säureproduktion bewirkt haben könnten.

Wie schon oben bemerkt, nahm ich auf den Gelatineplatten bei längerer Einwirkung (2—3 Wochen) der Soda- resp. der Salzsäure (Borsäure und Borax kaum) einen gewissen Unterschied wahr. Derselbe hätte jedoch sich schon viel früher bei dem Vermehrungsstadium und nicht erst bei dem Absterben der Bakterien zeigen müssen.

Da ich nicht annehmen konnte, dafs dieselben Bakterien unter gleichen sonstigen Bedingungen in stark alkalischer Nährlösung einmal Säure, ein anderes Mal in stark saurer Fäulnisflüssigkeit Alkali produzierten, dafs es aber gewissermafsen nur

auf die Alkalescenz resp. Säuregehalt des Nährbodens ankäme, um die Fäulnisbakterien zu Alkali- oder Säurebildnern zu machen, so beschlofs ich, mich zunächst mit den näheren Bedingungen der Alkali- resp. Säurebildung durch Bakteriengemische zu befassen.

Ich ging zuerst so vor, dafs ich je 1 Öse der verschiedenen Sodalösungen (oder auch Boraxlösungen), der Säurelösungen und der unversetzten Fleischlösungen in sterile 1) stark saure, 2) neutrale, 3) stark alkalische Bouillon impfte. Die Fäulnisbakterien entnahm ich in allen Stadien, sowohl in dem einer kolossalen Bakterienvermehrung als auch in dem des Absterbens derselben in der betreffenden Fäulnislösung. Ich hatte das überraschende Resultat, dafs diejenigen Bakteriengemische, die vorher in einer sauren Lösung die Alkalescenz mehrten, neben dieser Eigenschaft in der sauren Bouillon eine Säurevermehrung in der alkalischen Bouillon hervorriefen. Und umgekehrt waren die Gemische, die vorher in der alkalischen Fleischlösung Säure produziert hatten, imstande, neben dieser Säureproduktion in einer stark alkalischen Bouillon wieder Alkali in einer stark sauren Bouillon zu produzieren. In der sterilen neutralen Bouillon rief ein derartiges Gemisch von Fäulnisbakterien in der Regel eine Alkalescenz hervor.

In der Bakterienflora der von den vermeintlichen Säure- und Alkalibildnern angelegten Platten konnte ich einen durchgehenden Unterschied, so dafs eventuell gewisse Bakterienarten abgestorben wären, und andere sich in hervorragendem Mafse entwickelt hätten, und diese letzteren in dem einen Fall die Säuerung, in dem andern die Alkalibildung hervorgerufen hätten, nicht wahrnehmen.

So blieb mir nichts anderes übrig, als mit Reinkulturen zu arbeiten, um zu sehen, ob ein und dasselbe Bakterienindividuum und was für Arten imstande sind, sowohl Alkali als auch Säure zu produzieren, und ob es nur auf die Reaktion des Nährbodens bei diesen Verhältnissen ankam.

Da meine Versuche in dieser Beziehung noch nicht weit genug gediehen sind, um ein definitives Urteil darüber abzugeben,

so behalte ich mir vor, auf diese Frage in einer späteren Publikation zurückzukommen. Jedenfalls steht die Thatsache absolut sicher fest, dafs dasselbe Gemisch von Fäulnisbakterien sowohl Alkali als auch Säure produzieren kann, und dafs es hierbei nur auf die Reaktion des Nährbodens ankommt.

Von Sommaruga[1]) fand, dafs alle von ihm untersuchten Bakterienarten bei günstigen Ernährungsverhältnissen alkalische Stoffwechselprodukte ergeben. Petruschky[2]) unterschied, indem er seine bekannte Lackmusmolke als Nährboden den Bakterien darbot, unter denselben Säurebildner und Alkalibildner. Aus diesen beiden Veröffentlichungen ersehen wir schon, dafs bei der Säure- und Alkalibildung der Bakterien die Qualität des Nährbodens jedenfalls eine grofse Rolle spielt, indem v. Sommaruga zu ganz anderen Resultaten bei Bouillon, Gelatine und Agar kam als Petruschky, der die Lackmusmolke als Nährboden benutzte. Dafs die Alkalibildung anscheinend hauptsächlich neben Oxydationsprozessen verläuft, ist ebenfalls zur Genüge bekannt, wir finden immer in der obersten Flüssigkeitsschichte bei einer vorwiegenden Alkalibildung in einem infizierten Nährboden die gröfste Alkalescenz. Wollen wir also in einer bestimmten Nährflüssigkeit eine möglichst grofse Alkalibildung erreichen, so werden wir dieser Nährflüssigkeit eine grofse Oberfläche geben und für reichlichen Luftzutritt sorgen.

Versuche, die ich in dieser Richtung vornahm, bestätigten diese Schlüsse vollauf. Dabei glaube ich gesehen zu haben, dafs schon ein fester Watteverschlufs, der die zur Zersetzung verfügbare Sauerstoffmenge jedenfalls herabsetzt, genügt, um die Alkaliproduktion selbst in einem Röhrchen mit saurer Bouillon vollständig hintanzuhalten und einer geringen Säureproduktion Platz zu machen (s. Versuch). Ich nahm zu diesen Versuchen ein einfaches Röhrchen und ein Erlenmeyerkölbchen von 100 ccm Inhalt, füllte in beide sterile Gefäfse je 20 ccm sterile Bouillon, impfte sodann mit je einer Öse Fäulnisbakterien, so dafs ich sicher war, in beide ungefähr gleichviel Bakterien eingesät zu

1) Zeitschrift f. Hygiene u. Infektionskrankh., Bd. XII, 1892, Heft 3.

2) Centralbl. f. Bakteriol. u. Parasitenkunde, Bd. VI, 1889, Nr. 23, 24.

haben, pfropfte sodann das Röhrchen mit einem festen Wattetampons fest zu, den Erlenmeyer verschlofs ich nur lose mit einem losen Wattetampons und stellte diese beiden, das Röhrchen und den Erlenmeyer, bei Zimmertemperatur auf. Hierzu

Versuch 11.

a) 20 ccm sterile Bouillon im Reagensröhrchen mit festem Wattepfropf, geimpft mit 1 Öse Fäulnisflüssigkeit.

Titre der Bouillon vor der Impfung: sauer 1,6
» » » nach 7 Tagen: sauer 1,7.

b) 20 ccm sterile Bouillon in einem 100 ccm haltenden Erlenmeyerkölbchen mit losem Wattepfropf, das Kölbchen jeden Tag einmal umgeschüttelt, dasselbe geimpft mit einer Öse derselben Fäulnisflüssigkeit wie a).

Titre der Bouillon vor der Impfung: sauer 1,6
» » » nach 7 Tagen: alkalisch 2,2.

Das Röhrchen wurde ruhig stehen gelassen, es bildete sich auf der Oberfläche desselben ein Häutchen, welches offenbar jedem weiteren Oxydationsprozefs in der Flüssigkeit energisch Vorschub leistete.

Abgesehen von Oberfläche der Nährmedien, von Luftzutritt, hängt die Gröfse der Alkaliproduktion, wie wir aus obigen verschiedenen Versuchen ersehen, in hohem Mafse von der Reaktion des Nährbodens ab. Ein stark alkalischer Nährboden wird bei der Zersetzung durch Fäulnisbakterien nie Alkali produzieren, sondern immer Säure. Die gröfste Alkaliproduktion tritt unter sonst gleichen Verhältnissen bei mäfsig saurer Reaktion des Nährbodens ein. Nimmt der Säuregehalt abnorm zu, so können sich die Fäulnisbakterien nicht reichlich entwickeln und keine so grofse Menge alkalischer Zersetzungsprodukte liefern.

Ist der Nährboden schwach alkalisch, so wird sich die Alkalescenz anfangs durch die Fäulnisprozesse noch vermehren bis die Alkalescenz einen gewissen Grad erreicht hat, alsdann werden andere Vorgänge, Reduktionsprozesse etc., auftreten, die zur Bildung von sauren Zerfallsprodukten führen und die hohe Alkalescenz wieder abstumpfen.

Wir sehen so in der Natur bei den Fäulnisprozessen weise Einrichtungen getroffen, insofern sozusagen die Fäulnisbakterien immer bestrebt sind, sich möglichst günstige Verhältnisse selbst

zu schaffen, die es ihnen ermöglichen, sich zu vermehren und weiter zu vegetieren.

Die Gröfse der Alkaliproduktion ist ferner von der Menge der stickstoffhaltigen Substanzen abhängig. Befindet sich in einer Nährlösung eine grofse Menge N-haltiger Stoffe, so werden die Bakterien sich reichlich vermehren und bei sonst gleichen Versuchsbedingungen zu einer gröfseren Menge alkalischer Zerfallsprodukte führen als in einer Nährlösung, woselbst nur eine geringe Quantität einer N-haltigen Substanz sich vorfindet. Weiter ist die Gröfse der Alkaliproduktion durch die Fäulnisbakterien von dem Nichtvorhandensein von Stoffen abhängig, die sehr leicht sich spalten und bei ihrer Spaltung Säure geben wie Zucker, sonstige Kohlehydrate etc.

Auch ergibt sich aus meinen Versuchen, dafs die Temperatur von wesentlicher Bedeutung ist. Die günstigste Temperatur für die Vermehrung der Fäulnisbakterien und der damit Hand in Hand gehenden Umsetzung des Nährbodens dürfte 28—34° C. sein. Der Hauptfaktor bei der Gröfse der Bildung alkalischer Zerfallsprodukte ist jedoch immer in der Reaktion des Nährbodens zu suchen. Es dürfen noch so glänzende Bedingungen den Bakterien geboten werden wie reichliche, N-haltige Substanz, reichlicher Luftzutritt, möglichst günstige Temperatur etc., nie wird bei einer hohen Alkalescenz der Nährflüssigkeit Alkali gebildet werden können.

Hat sich in einer infizierten Nährflüssigkeit an der Oberfläche derselben ein Häutchen gebildet, und kann die Luft infolgedessen und infolge anderer Hindernisse nicht mehr frei hinzutreten, so werden die fakultativen Aërobier anaërob sich vermehren, es werden Reduktionsprozesse in den Vordergrund treten: dafs dieselben meist zu einer Überproduktion von sauren Zerfallsprodukten der Eiweifskörper führen, ist bekannt, wobei nicht geleugnet werden kann, dafs auch manchmal bei einer Umsetzung eines N-haltigen Nährbodens ohne Zutritt von Sauerstoff die alkalischen Zerfallsprodukte das Übergewicht haben. Jedoch dürfte es im allgemeinen der Fall sein, dafs durch Reduktionsvorgänge in unseren Nährlösungen neben alkalischen Zerfalls-

produkten vorwiegend saure gebildet werden können. Als Beweis dafür, dafs in einer mit einem Gemische von Fäulnisbacillen geimpften Bouillon Reduktionsvorgänge zum überwiegenden Teil saure Zerfallsprodukte, selbst bei saurer Reaktion der Bouillon hervorrufen, dient Versuch 11 a. Wir sehen daselbst in einem engen Reagensröhrchen, welches bis oben hin beinahe mit Bouillon vollgefüllt und mit einem festen Wattepfropf verschlossen ist, so dafs nur sehr wenig Luft hinzutreten kann, am ersten Tag die Bakterien sich hauptsächlich wegen der sauren Reaktion der Bouillon aërob entwickeln, d. h. die Bouillon ist in der Tiefe fast nicht getrübt, an der Oberfläche ist eine Trübung wahrzunehmen. Am zweiten Tag hat sich an der Oberfläche der Bouillon ein Häutchen gebildet, welches stark alkalisch reagiert (durch Betupfen des Häutchens mit der Platinöse und Streichen auf Lackmuspapier geprüft). Vom dritten Tag erst an trübt sich die Bouillon in der Tiefe intensiv und ist von jetzt an unten viel trüber als oben. Am achten Tag wird der Titre gemessen, die Bouillon hat, trotzdem an der Oberfläche Alkali gebildet worden ist, an freier Säure zugenommen, während in der gleichen Zeit die gleiche Bouillon in einem leicht zugepfropften Erlenmeyerkölbchen (11 b) eine enorme Menge Alkali produziert hat.

Dafs die Säurebildung in einer Nährflüssigkeit von mittlerer Alkalescenz bei sonst gleichen Versuchsbedingungen am gröfsten sein wird, ergibt sich neben anderem auch aus folgenden Versuchen. Ich führe dieselben hier an, da sie so recht die Bedingungen zeigen, bei welchen Alkali- oder Säurebildung auftritt.

Versuch 12.

Zu allen 4 folgenden Versuchen wird eine Sorte Bouillon genommen. 50 ccm mit Sodalösung, 50 ccm mit Salzsäure versetzt, um einesteils alkalische, andernteils eine saure Reaktion der Bouillon herzustellen. Beide 50 ccm werden geteilt, davon je 25 ccm in Reagensröhrchen, je 25 ccm in Erlenmeyer gefüllt, sterilisiert.

a) Alkalische Bouillon im Reagensröhrchen, mit festem Wattepfropf und Gummikappe versehen.

13. VII. Impfung mit einer Öse einer gewöhnlichen Fleischfäulnisflüssigkeit.

Titre der Bouillon am 13. VII. 2,25 (alkalisch),
» » » » 20. VII. 0,8 »

b) Saure Bouillon im Reagensröhrchen, mit festem Wattepfropf und Gummikappe versehen.

13. VII. Impfung mit einer Öse derselben Fleischfäulnisflüssigkeit wie a).

Titre der Bouillon am 13. VII. 2,8 (sauer),
» » » » 20. VII. 2,1 (sauer).

c) Alkalische Bouillon im Erlenmeyer, mit losem Wattepfropf versehen und täglich einmal umgeschüttelt.

13. VII. Impfung mit einer Öse derselben Fleischflüssigkeit wie a.

Titre der Bouillon am 13. VII. 2,5 (alkalisch),
» » » » 20. VII. 3,2 (alkalisch).

d) Säurebouillon im Erlenmeyer, mit losem Wattepfropf versehen, täglich einmal umgeschüttelt.

13. VII. Impfung mit einer Öse derselben Fleischfäulnisflüssigkeit wie bei a).

Titre der Bouillon am 13. VII. 2,8 (sauer),
» » » » 20. VII. 1,6 (alkalisch).

Aus diesem Versuche 12 ergibt sich bei a), dafs in einer Bouillon von mittlerem Alkaligehalt, bei der alle Bedingungen für Reduktionsprozesse gegeben sind, 1,45 Säure innerhalb sieben Tagen produziert wird.

Aus b) ersehen wir, dafs unter den gleichen Versuchsbedingungen wie bei a) eine Bouillon von mittlerem Säuregehalt keine Säure, sondern im Gegenteil Alkali produziert, so dafs der saure Titre von 2,8 auf 2,1 heruntergeht.

Dieser eine Versuch beweist schon, dafs in sauren Lösungen bei guten Vorbedingungen zu einer Säurebildung keine Säure mehr gebildet wird. Da nun oxydative Vorgänge in diesem Versuch 12b) nur in geringem Mafse stattfinden konnten, so ist dieser Versuch ein schönes Beispiel für die früher aufgestellte Behauptung, dafs durch Reduktionsprozesse auch alkalische Zerfallsprodukte gebildet werden können.

Versuch 12c) zeigt, wie in einer alkalischen Bouillon mittleren Grades bei guten Vorbedingungen für eine Alkalibildung noch die alkalischen Zerfallsprodukte überwiegen.

Versuch 12d) ist ein Beweis dafür, dafs in einer sauren Nährlösung mittleren Grades bei günstigen Verhältnissen für eine Alkalibildung eine grofse Menge Alkali produziert wird.

Wie bei den Fäulnisvorgängen in den neutralen Flüssigkeiten solchen von mittlerer Alkalescenz und denjenigen von

ganz schwach saurem Titre (d. h. wenn es bei letzteren überhaupt noch zu einer Säurebildung kommt) Reduktionsvorgänge vorwiegend überschüssige saure Zerfallsprodukte liefern, so haben wir aber auch oben gesehen, dafs durch Oxydationsvorgänge bei hoher oder auch mittlerer Alkalescenz des Nährbodens Säure gebildet werden kann.

Es wird diese Behauptung durch die Thatsache bewiesen, dafs derartige Nährflüssigkeiten mit hoher Alkalescenz während ihrer gröfsten Bakterienvermehrung in der Regel an der Oberfläche der Flüssigkeit eine geringere Alkalescenz aufweisen als in den unteren Teilen derselben. Es waren an der Oberfläche solcher stark alkalischen Flüssigkeiten den Fäulnisbakterien zu ihrer Vermehrung die günstigsten Bedingungen gegeben, sie entwickelten sich hier der Hauptsache nach aërob und verzehrten unter Zutritt des Luftsauerstoffs die Nährlösung. Ich überzeugte mich auch durch einen Kontrollversuch von dem Nichtvorhandensein streng anaërober Bakterien, indem ich mit einer Öse von einer solch stark alkalischen Flüssigkeit, die im Zustande starker Bakterienvermehrung begriffen war, die schwach alkalische Bouillon eines Gärungskölbchens infizierte. In diesem Gärungskölbchen wuchsen die überimpften Bakterien der Hauptsache nach aërob, trübten nach einem Tag nur den weiten Teil, nach zwei Tagen trübte sich allerdings auch der geschlossene Schenkel ein wenig, aber lange nicht in dem Mafse wie der offene Schenkel. Die geringe Trübung des geschlossenen Schenkels erkläre ich mir durch bewegliche Bacillen und passive Strömungen in der Bouillon etc. entstanden.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dafs bei sonst gleichen Versuchsbedingungen die gröfste Menge Säure durch die Fäulnisbakterien gebildet wird, wenn die Nährflüssigkeit mittlere Alkalescenzgrade erreicht, wenn möglichst wenig Luft zutreten kann, die Oberfläche der Flüssigkeit möglichst klein ist und eine für das Wachstum der Bakterien günstige Temperatur (28—34° C.) herrscht. Dafs es bei der Säurebildung auch auf die die Fäulnisbakterien ernährende Substanz, deren chemische Beschaffenheit ankommt, steht fest, und ich komme somit zum letzten

Kapitel der Säurebildung vermittelst von Fäulnisbacillen, die auf dem Wege der Spaltung vor sich geht.

Theobald Smith[1]) stellte auf Grund seiner Versuche den Satz auf, 1. dafs in der gewöhnlichen Fleischbouillon Säuerung nur bei Vorhandensein von Zucker bemerkt wird. »Dextrose ist der am allgemeinsten angegriffene, und der Muskelzucker ist wahrscheinlich mit ihm identisch. 2. Säurebildung geht mit der Zuckerspaltung einher, Alkalibildung in Gegenwart von Sauerstoff bei Vermehrung der Bakterien selbst. Säurebildung ist allen geprüften anaëroben (fakultativ und obligat) Bakterien gemein.«

Diese Sätze, die von Sommaruga (s. o.) und anderen Forschern bestätigt wurden, haben auch noch bis heute ihre volle Gültigkeit behalten.

Ich stellte mir nun die Frage, was für eine Rolle spielt in meinen Versuchen mit dem verdünnten Fleischwasser der Zucker, ist es möglich, dafs bei Borax- und Sodazusatz zu den verdünnten Fleischlösungen so viel Säure aus Zucker, den vorhandenen anderen Kohlehydraten und sonstigen Stoffen, die durch Spaltung event. zur Säuerung des Nährbodens führen, gebildet werden kann?

Wie ich im Anfang dieser Arbeit auseinandergesetzt habe, wurde das Fleisch mit destilliertem Wasser übergossen und die Nacht in einem Raume von ca. 18° C. stehen gelassen. Am nächsten Morgen wurde die Flüssigkeit durch ein Leintuch geprefst und sodann bei Zimmertemperatur — es herrschten gewöhnlich im Zimmer 28° C. — bis mittags 2 Uhr stehen gelassen, und alsdann erst die verschiedenen Versuche angestellt. Es fiel mir gleich bei den ersten Versuchen auf, dafs das Fleischwasser so stark sauer reagierte.

Da ich nun die Bouillon zu meinen sonstigen Versuchen mir auf dieselbe Weise herstellte, nur mit dem einzigen Unterschiede, dafs ich das Fleischwasser zu derselben schon morgens

1) Über die Bedeutung des Zuckers in Kulturmedien für Bakterien. Centralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde, Bd. XVIII, Nr. 1.

verarbeitete, so sah ich zuerst einmal nach, ob sich vielleicht in der Bouillon mittels des Gärungskölbchens Zucker nachweisen liefse. Es trat in dem Gärungskölbchen keine Gasbildung und in der Bouillon keine Säuerung mittels Zusatz von Hefe ein.

Mittels des Gärungsverfahrens lassen sich aber diese verschwindenden Mengen von Zucker (bis 0,3 %), die sich in der Bouillon und in den Fleischlösungen befinden, kaum nachweisen, insofern die sich entwickelnde Kohlensäure rasch von der Bouillon wieder absorbiert wird. Ich mufste deshalb an meine Aufgabe von anderer Seite herangehen.

Die erste Frage, die ich mir stellte, war die: was für einen Einflufs hat ein Zuckerzusatz auf meine bekannten verdünnten, mit Borax und Soda versetzten Fleischflüssigkeiten?

Zu diesem Zwecke stellte ich mir genau so, wie oben beschrieben, 200 ccm mit 8 g Borax versetzte, verdünnte Fleischlösung her, von diesen 200 ccm nahm ich 100 ccm, verdünnte dieselben mit 100 ccm unversetzter, verdünnter Fleischlösung und verfuhr mit der Herstellung der übrigen Verdünnungen ebenso wie früher.

Bei dem Parallelversuch (13 b) stellte ich mir eine mit Sodalösung versetzte Fleischlösung her, die denselben alkalischen Titre wie meine 4 proz. Boraxlösung hatte, in der Alkalescenz also der 4 proz. Boraxlösung entsprach. Sämtliche Lösungen wurden in sterile Erlenmeyer gefüllt, jeder Erlenmeyer mit 2 g pulverisiertem Traubenzucker versetzt, fest umgeschüttelt, damit der Traubenzucker sich sofort löste, mit einem Wattepfropf leicht verschlossen und bei Zimmertemperatur stehen gelassen.

(Siehe Versuch 13 und Tabelle XIII a und b auf S. 384.)

Aus diesen beiden Tabellen ergibt sich ein enormer Einflufs eines nur 2 proz. Zuckerzusatzes auf die Entwicklung und Vermehrung der Bakterien in unseren verdünnten und mit Borax oder Soda versetzten Fleischflüssigkeiten.

Versuch 13.

a) Mit **Borax** versetzte verdünnte Fleischlösungen. + 2 g Traubenzucker (pulv.) auf 100 ccm.

Tabelle XIIIa.

		Anzahl der Kolonien auf den Gelatineplatten und Titre nach							
		5 Min.	1 Tagen	2	3	5	7	9	12
4 %	Titre	16,4	16,0	15,8	13,4	12,9	11,2	—	7,9
	Kolonien	28 000	800	37 000	139 000	198 000	1 050 000	1 000 000	1 120 000
2 %	Titre	6,9	6,3	4,0	2,8	sauer 0,6	sauer 3,5	—	sauer 5,2
	Kolonien	28 000	37 000	1 325 000	verflüssigt	4 100 000	3 360 000	—	650 000
1 %	Titre	3,2	sauer 0,6	sauer 2,5	—	sauer 3,7	—	—	—
	Kolonien	28 000	1 020 000	765 000	—	750 000	—	—	—
½ %	Titre	1,4	sauer 2,3	sauer 2,6	—	sauer 3,2	—	—	—
	Kolonien	28 000	—	785 000	—	730 000	—	—	—

b) Mit **Soda** versetzte verdünnte Fleischlösungen + 2 g Traubenzucker (pulv.) auf 100 ccm.

Tabelle XIIIb.

		Anzahl der Kolonien auf den Gelatineplatten und Titre nach			
		5 Minuten	1 Tag	2 Tagen	5 Tagen
4 %	Titre	16,5	15,8	sauer 2,1	sauer 2,6
	Kolonien	28 000	verflüssigt	4 655 000	1 365 000
2 %	Titre	7,2	sauer 1,5	sauer 3,2	sauer 2,7
	Kolonien	28 000	1 920 000	955 000	680 000
1 %	Titre	3,2	sauer 2,2	sauer 3,2	sauer 2,1
	Kolonien	28 000	—	600,000	875 000
½ %	Titre	1,4	sauer 2,4	sauer 3,0	sauer 2,6
	Kolonien	28 000	—	421 000	667 000

Bei einem Zusatz von 2 % Borax auf diese Zuckernährlösungen tritt ein kaum merkliches Hemmungsstadium in der Vermehrung der Bakterien am zweiten Tage ein, am dritten Tage

ist die Bakterienanzahl auf beinahe $1^1/_2$ Million angewachsen. Nach fünf Tagen, vom Beginn des Versuches an gerechnet, hat die Lösung einen sauren Titre von 0,6, die Bakterien werden über 4000000 auf einer Gelatineplatte gezählt. Die saure Reaktion nimmt nach sieben Tagen noch zu, so dafs infolge der starken Säuerung Bakterien zu Grunde gehen, und an diesem Tage beinahe 1000000 Bakterien weniger auf der Platte erscheinen.

Vergleichen wir den Gang der Bakterienvermehrung dieses mit 2% Borax versetzten Zuckerfleischwassernährbodens mit demjenigen in Versuch 2, Tabelle 2, so sehen wir so recht die Rolle des Zuckers bei Boraxzusatz. Hier haben wir nur ein minimales Hemmungsstadium, während dort in Versuch 2 der hemmende Einflufs des Borax beinahe vier Tage lang dauerte. Alsdann findet in den Boraxnährböden ohne Zuckerzusatz bei weitem nicht die enorme Vermehrung als auf denjenigen mit Zuckerzusatz statt. Während wir in Tabelle 2 als Maximum bei 2% Boraxzusatz auf einer Gelatineplatte 200000 erst nach 24 Tagen verzeichnet finden, ist hier schon nach fünf Tagen die Bakterienvermehrung auf mehr als das 20fache dieses Maximums angewachsen.

Selbst bei 4% Boraxzusatz ist auf solchem zuckerhaltigen Nährboden nur ein geringes Hemmungsstadium von etwas über einem Tage zu erkennen. Alsdann nehmen die Bakterien ebenfalls bei so hoher Konzentration eine riesige Entwickelung, so dafs kaum vorauszusagen ist, bei welch hoher Konzentration die Fäulnisbakterien auf derartigen zuckerhaltigen Nährböden überhaupt absterben. Bei 1% und $^1/_2$% Boraxzusatz ist fast gar kein hemmender Einflufs auf die Bakterienvermehrung durch den Borax mehr zu konstatieren.

Was den Titre anlangt, so ging die Alkalescenz in Versuch 9a nur um 1,5 innerhalb elf Tagen herunter, hier bei dem Zuckerfleischnährboden tritt sogar eine enorme Säuerung bei 2% Boraxzusatz ein, die Bakterien wieder vernichten mufste, wie dies auch in der Tabelle zum Ausdruck gelangt.

Auf weitere Unterschiede und Vergleiche in dem Gang der Bakterienvermehrung der mit Borax und mit Zucker versetzten

Nährböden einerseits mit den ohne Zucker und nur mit Borax versetzten anderseits will ich nicht weiter eingehen. Dieselben können durch Vergleiche der Tabellen 2, 9 a und b und 13 a selbst eingesehen werden.

Auf der Tabelle 13 b sehen wir auf dem mit Soda versetzten zuckerhaltigen Fleischwasser, welches einem Alkalescenzgrad einer 2 proz. Boraxfleischlösung entspricht, überhaupt keine Bakterienhemmung durch die Alkalescenz bedingt. Die Bakterienanzahl nimmt innerhalb eines Tages bei dieser Konzentration um das ca. 80 fache zu. Infolge dieser enormen Vermehrung und der dadurch bedingten Umsetzung ist auch der Titre umgeschlagen und sauer geworden. Nach zwei Tagen von Beginn des Versuches an gerechnet, hat die Säure noch mehr zugenommen, infolgedessen Bakterien vernichtet wurden.

Selbst bei einem einer 4 proz. Boraxlösung entsprechenden Sodazusatz ist nur eine ganz geringe Hemmung der Bakterienvermehrung wahrzunehmen. Leider ist die Gelatineplatte in obigem Versuche verflüssigt gewesen, in einem anderen Versuche überzeugte ich mich, dafs die Anzahl der Bakterien nicht abnahm, aber bei weitem nicht so zunahm, wie wir dies aus der Tabelle von dem zweiten auf den dritten Tag sehen.

Bei den geringeren Konzentrationen der Sodafleischzuckerlösung wird die anfänglich alkalische Reaktion sofort nach einem Tage sauer, die Säure nimmt von diesem auf den nächsten Tag noch zu, infolgedessen Bakterien absterben mufsten, vom dritten zum sechsten Tage ist bei 2, 1 und $^1/_2$ % wieder Alkalibildung eingetreten, d. h. bei dieser Konzentration mufste aller Zucker vergoren sein, infolgedessen, da günstige Verhältnisse zur Erzeugung alkalischer Zerfallsprodukte vorlagen, die Produktion derselben die Oberhand gewann.

Vergleichen wir den Gang der Bakterienvermehrung dieser Fleischzuckersodalösungen mit demjenigen der früheren gewöhnlichen Sodafleischlösungen ohne Zuckerzusatz (Tabelle 6 und 10), so tritt wieder der enorme Einflufs des Zuckerzusatzes auf das Wachstum der Bakterien klar zu Tage. Hier bei Zuckerzugabe haben wir unterhalb 4 % Sodazusatz überhaupt keinen hemmen-

den Einflufs des Sodazusatzes auf die Entwicklung der Bakterien konstatieren können, während in Tabelle 6 bei 2% das Hemmungsstadium über zwei Tage und in Tabelle 10 dasselbe zwei Tage dauerte. Während in Tabelle 10 der alkalische Titre der 2 proz. gewöhnlichen Fleischlösung in den ersten Tagen überhaupt nicht abnimmt und dann im Laufe von sieben Tagen nur um 2,5 heruntergeht, wird bei der 2proz. Sodazuckerfleischlösung die Nährflüssigkeit schon innerhalb eines Tages so stark sauer, dafs diese Säure der weiteren Vermehrung der Bakterien nicht mehr förderlich ist.

Bei Vergleich von Tabelle 9b und 9a ist recht deutlich der hemmende Einflufs des Borax auf die Zuckerspaltung und die damit zusammenhängende langsamer vor sich gehende Säuerung des Nährbodens zu erkennen. Bei der mit 2% Borax versetzten Zuckerfleischlösung dauert es fünf Tage, bis die Flüssigkeit sauer reagiert, bei der mit der entsprechenden Sodalösung versetzten gleichen Zuckerfleischlösung weist dieselbe schon nach einem Tage einen gröfseren Säuregehalt auf als die Boraxlösung nach fünf Tagen.

Aus diesen Betrachtungen und Versuchen ergibt sich also bei einem 2proz. Boraxzusatz zu einer 2proz. Zuckerfleischlösung ein hemmender Einflufs des Borax auf die Zuckerspaltung. Und zwar ist dieser hemmende Einflufs nicht auf eine Alkalescenzwirkung, sondern auf die Wirkung des Borax selbst zu beziehen.

Bei der hemmenden Wirkung des Borax in dieser Konzentration auf die Zuckerspaltung können zwei Möglickeiten vorliegen: Entweder werden durch Borax hauptsächlich zuckerspaltende Bakterien getötet, so dafs auf diese Weise der Borax doch elektiv auf die Fäulnisbakterien wirken würde (entgegen unserer früheren Annahme), oder die Wirkung ist so zu erklären, dafs der Borax, wie er die Thätigkeit aller Bakterien hemmt, so auch in gleicher Weise die zuckerspaltenden in ihrer Thätigkeit behindert, also nicht elektiv wirkt.

Die Gelatineplatten mit ihren Verdünnungen, die ich einesteils von Boraxfleischlösungen, andernteils von Sodafleischlösungen mit und ohne Zuckerzusatz in verschiedenen Zeiten

der Zuckerspaltung etc. anlegte, schienen mir im grofsen und ganzen für letztere Annahme zu sprechen, dafs das Bor auf alle Fäulnisbakterien, die zuckerspaltenden wie nicht zuckerspaltenden, einen in gleicher Weise hemmenden Einflufs ausübt.

Ich legte mir aber doch die Frage vor, ob es vielleicht möglich ist, durch längere Einwirkung des Borax in einer 2proz. Boraxfleischlösung diese zuckerspaltende Wirkung der Fäulnisbakterien noch mehr zu hemmen und event. aufzuheben.

Zu diesem Zwecke nahm ich mir eine von meinen früheren, alten 2proz. Boraxfleischlösungen, setzte zu 100 ccm derselben 2 g Traubenzucker und sah nun zu, ob der Zucker durch diese in dem Fleischwasser befindlichen Bakterien gespalten wird.

Versuch 14.

400 ccm einer mit 2 % Borax vor 14 Tagen versetzten verdünnten (wie oben) Fleischwasserlösung werden mit 8 g Traubenzucker versetzt, so dafs wie im vorherigen Versuch, die Flüssigkeit 2 % Zucker enthält. Der alkalische Titre dieser Boraxfleischlösung ging von 8,8 in diesen ersten 14 Tagen auf 7,1 zurück.

Tabelle hierzu: (Die Zeitangabe rechnet von dem Zusatz des Borax und nicht des Zuckers.)

Tabelle XIV.

2proz. Boraxfleischzuckerlösung (14 Tage alt.)

		Nach 14	15	16 Tagen	17	18
Titre . . .	8 g	7,05	7,1	7,1	7,0	6,8
Kolonien .	Zucker	124 000	191 000	200 000	—	241 000

	Nach 19	20	21	22 Tagen	24	27
Titre . . .	6,0	5,0	4,6	3,3	1,9	sauer 0,5
Kolonien .	231 000	1 000 000	1 450 000	1 735 000	1 620 000	1 200 000

Aus diesem Versuche ergibt sich, dafs der alkalische Titre einer 2proz. Boraxlösung, bei der Borax schon vor 14 Tagen zugesetzt wurde, mehr als doppelt so lange Zeit bei derselben

Temperatur und denselben anderen Verhältnissen braucht, um saure Reaktion zu geben. Bei anderen Versuchen, die ich zu demselben Zwecke unternahm, bekam ich dasselbe Resultat.

Als Kontrollversuch zu diesem unternahm ich einen anderen unter denselben Verhältnissen, indem ich zu einer 12 Tage lang stehenden Sodafleischlösung 2 % Traubenzucker hinzufügte, um zu sehen, ob vielleicht die einer 2proz. Boraxlösung entsprechende Alkalescenz desselben Nährbodens, wenn sie längere Zeit auf die Bakterien einwirkt, auch die Gärungsfähigkeit der Fäulnisbakterien schwächt.

Versuch 15.

400 ccm einer 2proz. Sodafleischlösung werden am 15. Tage ihres Ansetzens mit 8 g Traubenzucker versetzt. Der alkalische Titre ging in diesen ersten 14 Tagen von 8,4 auf 6,0 herunter.

Tabelle XV.

2 proz. Sodafleischzuckerlösung.

		Nach 14	15	16	17	20 Tagen
Titre . . .	8 g Traubenzucker	6,0	sauer 1,5	sauer 1,4	sauer 1,1	alkalisch 1,5
Kolonien .		335 000	∞	5 875 000	5 200 000	1 470 000

Eine einer 2proz. Boraxlösung entsprechende Alkalescenz hat also, auch wenn sie längere Zeit auf die Bakterien einwirkt, nicht die Fähigkeit, dieselben in dem Zuckerspaltungsprozefs zu hemmen. Wie im Versuch 13b, ist innerhalb eines Tages die Alkalescenz des Nährbodens verschwunden und hat einer sauren Reaktion Platz gemacht. Interessant ist bei letztem Versuche wieder, dafs trotz des grofsen Umsetzungsprozesses, der am ersten Tage nach dem Zuckerzusatz die überschüssigen sauren Zerfallsprodukte bildete, dieser Prozefs am zweiten Tage sofort sich in das Gegenteil umkehrte, also einer Alkaliproduktion Platz machte, so dafs am sechsten Tage nach der Zuckerzugabe der Nährboden wieder alkalisch reagierte.

Wie zu erwarten war, betrug die Zeit, die die Fäulnisbakterien brauchten, um in einer nicht mit Wasser verdünnten

Fleischlösung, der ich 2% Borax und 2% Zucker unter den üblichen gleichen Versuchsbedingungenzufügte, viel weniger, um allen Zucker zu vergären und Säuerung des Nährbodens zu erzeugen als in derselben, aber mit Wasser verdünnten Fleischlösung.

Versuch 16.

100 ccm unverdünnte (also von 100 g Fleisch herrührend) wird mit 2 g Borax und 2 g Traubenzucker versetzt.

Tabelle XVI.

	nach		
	5 Minuten	1 Tag	2 Tagen
Kolonien	150 000	401 000	2 050 000
Titre	8,0	2,2	sauer 1,2

Somit braucht eine konzentrierte Fleischlösung, die einen 2proz. Borax- und 2proz. Zuckergehalt aufweist, nach diesem Versuch keine zwei Tage, um eine Säuerung des Nährbodens hervorzurufen, während eine mit Wasser verdünnte Fleischlösung bei ebensolchem Borax- und Zuckerzusatz und denselben übrigen Verhältnissen fünf Tage braucht (s. Tabelle 13a).

Diese hemmende Wirkung des Borax auf die zuckerspaltenden Fäulnisbakterien kann man sich direkt zur Anschauung bringen dadurch, dafs man ein steriles Gärungskölbchen, mit 2% Zuckerbouillon gefüllt, mit einem Gemische von Fäulnisbakterien impft, die einer Boraxfleischlösung entnommen sind, und auf welche Borax schon längere Zeit eingewirkt hat, ein anderes, 2proz. sterile Zuckerbouillon enthaltendes Gärungskölbchen mit ungefähr der gleichen Menge Fäulnisbakterien infiziert, die der entsprechenden Sodafäulnislösung entnommen sind. Ich fand bei diesen Versuchen in dem mit den Sodafäulnisbacillen infizierten Kölbchen stets die drei- bis vierfache Menge Gas in dem geschlossenen Schenkel auftreten als in dem mit den Boraxfäulnisbakterien geimpften.

Aus diesen Versuchen ergab sich, dafs der Zucker bei günstigen sonstigen Verhältnissen selbst bis zu 2% Gehalt in

einer Nährlösung (Tabelle 15) innerhalb eines Tages vollständig gespalten ist.

Da nun ein Sodazusatz zu einer Nährflüssigkeit — vorausgesetzt, dafs man nicht über einen alkalischen Titre von ca. 8,0 hinausging — absolut kein Hindernis für die Zuckerspaltung darbietet, so frug ich mich, woher denn diese sauren Zerfallsprodukte kommen könnten, die (Tabelle 10) erst nach fünf bis acht Tagen nach Ansetzen eines solchen Versuches entstehen. Wenn diese sauren Zerfallsprodukte durch Zuckerspaltung frei würden, müfsten sie doch logischerweise schon am ersten resp. zweiten Tage sich bei der Titration durch eine sofortige Abnahme der hohen Alkalescenz in mit Soda versetzten Nährmedien bemerkbar machen.

Ich stellte mir, um diese Verhältnisse genauer zu studieren, zuckerfreie Bouillon her, brachte dieselbe auf einen mittleren Alkalescenzgrad durch Zusatz von Sodalösung und impfte sie mit einer Öse gewöhnlicher Fäulnisbakterien.

Versuch 17.

100 ccm schwach alkalischer Bouillon werden mit Hefe, deren Gärungsfähigkeit ich vorher geprüft habe, versetzt, 30 Stunden in einem Schranke von 28° C. stehen gelassen und dabei mehrere Male aufgerührt. Diese Bouillon wird sodann filtriert, mit einer durch Berechnung gefundenen Menge Sodalösung versetzt, damit sie einen mittleren Alkaligehalt erreicht und im Erlenmeyer an zwei aufeinanderfolgenden Tagen sterilisiert.

12. VII. Impfung mit einer Öse Fäulnisbakterien.
Titre der Bouillon am 12. VII. alkalisch 3,27,
» » » » 19. VII. » 1,7.

Dieser Versuch beweist zweierlei:

1. Dafs in zuckerfreier Bouillon bei höherem Alkaligehalte derselben als es den Flüssigkeitsbakterien angenehm ist, letztere imstande sind, vorwiegend saure Zerfallsprodukte zu bilden. Sie haben gewissermafsen auch hier das Bestreben, sich die Reaktion des Nährbodens möglichst günstig zu ihrer Vermehrung zu gestalten.

2. Dafs durch Oxydationsprozesse (s. o.) saure Zerfallsprodukte bei hohem Alkaligehalt des Nährbodens gebildet werden können, dafs es also bei den Oxydationsprozessen in erster Linie darauf

ankommt, ob der Nährboden alkalisch oder sauer ist, um mit Hilfe der Flüssigkeitsbakterien je nachdem Säure oder alkalische Zerfallsprodukte in der Nährflüssigkeit zu bilden.

Mithin mufsten es auch in unseren Versuchen bei Borax- und Sodazusatz andere Stoffe sein, die vorwiegend saure Zerfallsprodukte bilden.

So ist es bekannt, dafs durch Spaltung von Kohlehydraten, Fetten (v. Sommaruga, »Zeitschrift für Hygiene«, XVII. S. 441), durch oxydative Gärungen (Essigsäure) etc. Säure entstehen kann. Dafs aus reinem Eiweifs in unseren gewöhnlichen Nährflüssigkeiten keine saueren, sondern vorwiegend alkalische Zerfallsprodukte mit Hilfe der Fäulnisbakterien gebildet werden, ist bis jetzt eine feststehende Thatsache.

Da mir nun das Herkommen von Säure in meinen stark alkalischen Nährflüssigkeiten nicht genügend geklärt erschien, beschlofs ich, experimentell in das Studium des Eiweifszerfalls, wie es mit Hilfe der Fäulnisbakterien vor sich geht, näher einzutreten.

Das Eiweifs liefert bei seiner Zersetzung durch die Fäulnisbakterien sowohl alkalisch reagierende Stoffe wie Ammoniak, Cholin etc., als auch sauer reagierende Produkte wie Fettsäuren, Schwefelwasserstoff etc. und zwar überwiegen bei einer neutralen oder schwach sauren Reaktion des Nährbodens die alkalischen Zerfallsprodukte.

Ich frug mich nun, ob es nicht möglich sei, dafs auch aus einer reinen Eiweifslösung bei einem hohen Alkaligehalt mit Hilfe der Bakterien vorwiegend saure Zerfallsprodukte gebildet werden können.

Zu diesem Zwecke versetzte ich a) eine Sodalösung vom alkalischen Titre 3,0, die schon 20 Tage den Fäulnisprozessen unterworfen war, und b) eine 2proz. Boraxlösung vom Titre 3,6, die 23 Tage alt war, mit einer prozentualiter gleichen Menge Peptons. Ich ging von der Voraussetzung bei diesen Versuchen aus, dafs innerhalb dieser Zeit sämtliche Kohlehydrate etc. und was sonst noch zur Säuerung der Flüssigkeit führen könnte,

umgesetzt sei. Die Versuchsbedingungen etc. waren in beiden Parallelversuchen dieselben.

Versuch 17 a.

Versetzen von 200 ccm einer gewöhnlichen Sodafleischlösung am 21. Tage ihres Bestehens mit 6,0 Pepton. sicc. Witte. Der alkalische Titre der Sodafleischlösung war vom 1. Tage ihres Bestehens bis zum 9. Tage von 5,1 auf 2,6 heruntergegangen, stieg alsdann allmählich auf 3,0. Das Glas wird, nachdem das Pepton zugesetzt war, einige Male kräftig umgeschüttelt.

Tabelle XVIIa.

200 ccm 20 Tage alte Sodafleischlösung und 6,0 Pepton. sicc.

		Nach			
		20 Tagen	21 Tagen	22 Tagen	23 Tagen
	6,0				sauer
Titre	Pepton	3,0	2,3	0,3	0,5
Kolonien		70 000	970 000	1 120 000	865 000

Versuch 17 b.

Versetzen von 100 ccm einer 1 proz. Boraxfleischlösung am 24. Tage ihres Bestehens mit 3,0 Pepton sicc. Witte. Der alkalische Titre der 1 proz. Boraxfleischlösung ist von 3,8 auf 2,2 nach 7 Tagen heruntergegangen, alsdann wieder bis zum 24. Tage auf 3,5 gestiegen. Im übrigen dieselben Versuchsbedingungen wie bei a).

Tabelle XVIIb.

100 ccm 23 Tage alte 1proz. Boraxfleischlösung und 3,0 Pepton. sicc.

		Nach				
		23 Tagen	24 Tagen	25 Tagen	26 Tagen	27 Tagen
	3,0				sauer	sauer
Titre	Pepton	3,5	3,4	2,3	1,4	2,7
Kolonien		95 000	verflüssigt	2 175 000	—	3 100 000

Aus diesen beiden Versuchen und Tabellen ersehen wir, dafs in einer Borax- oder Sodafleischfäulnislösung, die beide ca. 20 Tage den Fäulnisprozessen unterworfen waren und von denen anzunehmen war, dafs sämtliche leicht spaltbaren Körper etc., die Säure liefern, verbraucht waren, dennoch vorwiegend saure Zerfallsprodukte bei der Zersetzung geliefert wurden. Es blieb aber immer noch der Einwand übrig, dafs doch vielleicht in

dem Fleischwasser, in dem sich ein Gemisch vieler chemischer Körper befindet, chemische Verbindungen vorhanden seien, die eine solche nachträgliche Säuerung verursachten und mithin nicht aus dem Eiweifs die Säure entstanden sei.

Diesem Einwand zu begegnen, stellte ich mir eine alkalische Peptonlösung mit destilliertem Wasser und $^1/_2$ % Kochsalzzusatz her, ähnlich wie sie Koch bei seinem Anreicherungsverfahren der Cholerabacillen empfohlen hat, nur nahm ich zu meinem Nährboden verhältnismäfsig mehr Pepton als Koch. Um zu sehen, ob durch Reduktions- oder durch Oxydationsvorgänge eine gröfsere Menge sauerer Zerfallsprodukte gebildet wird, füllte ich die Peptonlösung a) in einen Erlenmeyer mit losem Wattepfropf b) dieselbe Menge in ein Reagensröhrchen mit fest schliefsendem Wattepfropf.

Versuch 18.

a) 4,0 g Pepton sicc. Witte und 0,5 g Kochsalz werden in 100 ccm destillierten Wassers unter Erhitzen aufgelöst, eine von mir vorher berechnete Sodamenge zugesetzt und im Dampftopf sterilisiert. Von diesen 100 ccm werden sodann ca. 50 in ein steriles Reagensröhrchen gefüllt und das Letztere mit einem festen Wattepfropfen verschlossen. Die übrigen 50 ccm werden in dem Erlenmeyer mit losem Wattepfropf belassen. Beide Lösungen werden am 20. VII. mit je einer Öse aus einer gewöhnlichen Fäulnisflüssigkeit geimpft.

a) 50 ccm Sodapeptonlösung im Erlenmeyerkolben.

Titre	am	20. VII.	alkalisch	4,8
»	»	22. VII.	»	2.3
»	»	24. VII.	»	2,3
»	»	28. VII.	»	1,7.

b) 50 ccm Sodapeptonlösung in fest zugepfropften Röhrchen.

Titre	am	20. VII.	alkalisch	4,8
»	»	22. VII.	»	3,3
»	»	24. VII.	»	2,1
»	»	28. VII.	»	0,7.

Dieser Versuch beweist, dafs die Fäulnisbakterien imstande sind, aus einer reinen Eiweifslösung — vorausgesetzt natürlich, dafs das Pepton. sicc. Witte extra Qualität keine Kohlehydrate enthält, was ich aber, da die Reinheit garantiert wird, annehmen mufs — von mäfsig starker Alkalescenz vorwiegend saure Zerfallsprodukte des Eiweifses zu bilden. Und zwar geht diese

saure Zersetzung in a) vorwiegend auf dem Wege der Oxydation vor sich, in b) auf dem des Reduktionsprozesses. Durch den Oxydationsprozefs geht eine solche Säurebildung im Anfang rascher vor sich als durch den Reduktionsprozefs bei derselben Zusammensetzung des Nährbodens, was wir durch den Vergleich von a) und b) erkennen, indem bei a) innerhalb von 2 Tagen die Alkalescenz um 2,5, bei b nur um 1,5 abgenommen hat. In den folgenden 2 Tagen nimmt die Alkalescenz in dem engen Röhrchen um weitere 1,2 ab, in dem Erlenmeyerkolben nicht mehr. In weiteren 4 Tagen geht sodann der alkalische Titre in dem Erlenmeyerkölbchen auf 1,7, in dem Röhrchen auf 0,7 herab. So sehen wir denn in der Eiweifsflüssigkeit, in welcher vorwiegend Reduktionsprozesse bei der Zersetzung im Spiele sein dürften, nachträglich eine gröfsere Säuremenge auftreten als in derjenigen, in welcher vorwiegend Oxydationsprozesse an der Tagesordnung sind.

Aus diesen Auseinandersetzungen ergibt sich also, dafs die Fäulnisbakteriengemische sozusagen immer darnach trachten, sich möglichst günstige Fortpflanzungsbedingungen zu verschaffen. So zerlegen sie reine Peptonlösungen, wenn sie stark alkalisch sind, in vorwiegend saure, wenn sie stark sauer sind, in vorwiegend alkalisch reagierende Zerfallsprodukte. Sind sie, in dem einen Fall Säure, in dem andern Fall Alkali zu bilden, nicht auf dem Wege der Oxydation imstande, so zerlegen sie das Eiweifs ohne den Sauerstoff der Luft durch Reduktion oder vielleicht auch durch Spaltung.

Ob nun verschiedene Fäulnisbakterien für sich allein imstande sind, derartige verschiedene Prozesse hervorzurufen, oder ob es dazu eines symbiotischen oder synergetischen Zusammenwirkens einzelner Fäulnisbakterien bedarf etc., gedenke ich, wie schon oben angedeutet, in einer weiteren Publikation klarzulegen.

Stand so mithin die Thatsache fest, dafs in stark alkalischen reinen Peptonlösungen die Fäulnisbakterien durch ihr Zusammenwirken imstande sind, vorwiegend saure Zerfallsprodukte zu bilden, so war es meine weitere Aufgabe, zu untersuchen, was für Faktoren bei dieser Säuerung mitspielen könnten.

Es mufste vor allen Dingen klargelegt werden, welchen Einflufs der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre auf diese Säuerung ausübt, ob er allein imstande ist, eine solche Säuerung hervorzurufen, oder ob noch weitere chemische Umsetzungen im Spiele sein müssen.

Durch einen Vorversuch, den ich zur Erforschung dieser Frage unternahm, überzeugte ich mich, dafs eine sterile hochalkalische Peptonlösung in einer reinen CO_2-Atmosphäre innerhalb dreier Tage eine starke Säuerung aufweist:

Versuch 19.[1])

Herstellung einer reinen Peptonlösung mit destilliertem Wasser und Sodazusatz. Dieselbe wird eine Stunde gekocht, abfiltriert und im Erlenmeyer mit losem Watteverschlufs an drei aufeinanderfolgenden Tagen sterilisiert. Die Erlenmeyer werden sodann in einer mit CO_2 gefüllten Glasglocke ruhig drei Tage stehen gelassen. Die CO_2 wird am zweiten Tage erneuert.

Titre vor der Einwirkung der CO_2-Atmosphäre: alkalisch 4,6.
» nach 3 Tage langem Stehen in der CO_2-Atmosphäre 1,4 (sauer).

Eine andere Peptonlösung ging sogar bis zu einem saueren Titre von 1,9 bei ruhigem Stehen der Flüssigkeit in derselben Zeit herab.

Dieser Versuch beweist also, dafs eine hoch alkalische sterile Peptonlösung in einer CO_2-Atmosphäre durch Absorbieren der CO_2 einen saueren Titre erhalten kann. Auch überzeugte ich mich, dafs selbst saure reine sterile Peptonlösung fast in allen Versuchen durch Aufnahme von CO_2 noch an Säure zunehmen kann.

Da nun der CO_2-Gehalt der Luft lange nicht die Dimensionen annimmt, wie in obigen Versuchen, so war es meine weitere Aufgabe, den Einflufs verschiedenartig zusammengesetzter gewöhnlicher Luft zuerst einmal auf die sterilen Peptonlösungen zu erforschen.

---

1) Dieser und die folgenden Versuche wurden der Hauptsache nach in dem Laboratorium der Poliklinik zu Heidelberg ausgeführt. Für die Überlassung der Arbeitsräume sage ich Herrn Prof. O. Vierordt, meinem früheren hochverehrten Chef, meinen herzlichsten Dank.

Die Atmosphäre enthält wechselnde Mengen von CO_2, der CO_2-Gehalt schwankt zwischen 0,01 und 0,4 %. Letzterer Prozentgehalt war der höchste, den Pettenkofer in schlecht ventilierten Schulräumen etc. gefunden hat.

Wir sehen hieraus, dafs es wohl nicht einerlei ist, wo unsere Peptonlösungen stehen, ob dieselben in gut ventilierten Räumen oder in solchen mit schlechter Ventilation und viel CO_2-Gehalt der Luft stehen.

Verschiedene Versuche, die ich in dieser Richtung unternahm, bestätigten mir diese Voraussetzungen, nur mufste ich bei allen diesen Versuchen den Ammoniakgehalt der Luft fernzuhalten suchen und mufste genau beachten, dafs keine Eiweifszerzetzungen in der Nähe der zu untersuchenden Peptonlösungen stattfanden.

Ich sehe davon ab, meine verschiedenen Versuche,die ich mit sterilen Peptonlösungen anstellte, hier wiederzugeben. Ich will nur einen Versuch hier anführen, der beweist, dafs selbst eine saure sterile Peptonlösung innerhalb 8 Tagen durch eine CO_2 reiche Atmosphäre noch an Säure zunehmen kann, dafs dieselbe sterile Peptonlösung in einem gut ventilierten Raume nur eine Spur Säure einbüfst, dafs dieselbe Peptonlösung dagegen in einer NH_3-reichen Luft an Alkali bedeutend zunimmt.

Versuch 20. (Drei Parallelversuche.)

Herstellung einer 5 proz. Peptonlösung vermittelst einstündigem Kochen, Sterilisieren in etwas weiten Reagensröhrchen mit losem Wattepfropfen.

Titre sämtlicher Röhrchen 1,3 (sauer).

Es werden sodann drei dieser Röhrchen in ein kleines, schlecht ventiliertes Zimmer gestellt, wo aufserdem noch ein paar Röhrchen mit Zuckergelatine nebenan vergärten und ununterbrochen eine kleine Flamme brannte, drei Röhrchen werden in ein gut ventiliertes und drei in ein solches Zimmer gestellt, in welchem dicht nebenan verschiedene andere Peptonlösungen den Fäulnisbacillen unterworfen waren. Alle drei nebeneinandergehende Versuche spielten sich bei gleicher Temperatur ab.

Nach 8 Tagen war der Titre der ersten 3 Röhrchen 1,55 (sauer).
» 8 » » » » » zweiten 3 » 1,2 »
» 8 » » » » » dritten 3 » 0,95 »

Ich wechselte alsdann die Röhrchen und hatte immer dasselbe Resultat.

Mithin hat der CO_2-Gehalt der Luft einen merklichen Einflufs auf den Titre einer sterilen gewöhnlichen Peptonlösung. Ich

frug mich nun, ob der geringe CO_2-Gehalt der Laboratoriumsluft bei der Umsetzung der Peptonlösungen durch die Fäulnisbakteriengemische ausreicht, um die Entstehung von vorwiegend sauren Zerfallsprodukten in unseren vorhergehenden Versuchen zu erklären.

Zur Beantwortung dieser Frage mufste ich die im Laboratorium befindliche Luft von ihrem CO_2-Gehalt reinigen. Ich erreichte dies dadurch, dafs ich Laboratoriumsluft durch 3 mit Barytwasser gefüllte Gläser und alsdann in eine Glasglocke leitete, in welch letzterer ich die mit einem chemische Fäulnisbakterien infizierten Peptonlösungen gestellt hatte. Eine Saugpumpe sorgte fortwährend für von CO_2 gereinigte Luft in der Glasglocke. Zu gleicher Zeit stellte ich an die offene Laboratoriumsluft mit demselben Gemische und derselben Menge von Fäulnisbakterien geimpfte Peptonlösungen. Beiden zu gleicher Zeit nebeneinander herlaufenden Parallelversuchen fügte ich noch 2 weitere hinzu, indem ich nichtinfizierte Peptonlösungen einmal in CO_2 freie Luft unter eine besondere Glasglocke stellte, sodann weitere Peptonlösungen (nichtinfizierte) dem Einflufs der gewöhnlichen Laboratoriumsluft übergab. Sämtliche Peptonlösungen waren auf die übliche (s. o.) Weise hergestellt, mit Soda versetzt und befanden sich in gleich grofsen und mit Wattepfropfen leicht verschlossenen Gläsern. Der Versuch ergab Folgendes:

Versuch 21.

a) Sterile Peptonlösungen an gewöhnlicher Laboratoriumsluft:

Titre am 18. VIII. 5,0 (alkalisch).
» » 24. VIII. 4,9 »
» » 2. IX. 4,95 »
» » 12. IX. 4,9 »

b) Sterile Peptonlösungen in CO_2-freier Luft:

Titre am 18. VIII. 5,0 (alkalisch).
» » 2. IX. 5,0 »
» » 12. IX. 5,0 »

c) Mit 1 Öse Fäulnisbakteriengemisches inficierte Peptonlösungen an gewöhnlicher Laboratoriumsluft:

Titre am 18. VIII. 5,0 (alkalisch),
» » 24. VIII. 4,8 (» , geringes Wachstum),
» » 27. VIII. 4,3 (» , gutes »),
» » 29. VIII. 4,2 (»).

d) **Mit 1 Öse Fäulnisbakteriengemisches infizierte Peptonlösungen in von CO_2 gereinigter Luft:**

Titre am 18. VIII. 5,0 (alkalisch),
» » 24. VIII. 4,85 (sehr geringes Wachstum),
» » 27. VIII. 4,4 (alkalisch, gutes Wachstum),
» » 29. VIII. 4,3 (»).

Was zunächst die sterilen Peptonlösungen anlangt, so ergab dieser Versuch eine geringe Abnahme der Alkalescenz beim Stehen derselben an der gewöhnlichen Luft (0,1), dagegen keine Abnahme der Alkalescenz an der von CO_2 gereinigten Luft. Kontrollversuche fielen regelmäſsig ebenso aus, nur muſste ich immer, wie schon oben bemerkt, vorsichtig sein, die Gläser nicht in die Nähe von faulenden Eiweiſslösungen zu stellen.

Die mit einem Gemisch von Fäulnisbakterien infizierten Gläser zeigten sowohl an der gewöhnlichen wie in der von CO_2 befreiten Laboratoriumsluft bei sonst absolut gleichen Versuchsbedingungen eine beträchtliche Abnahme ihrer Alkalescenz. Und zwar verringerte sich an der gewöhnlichen Luft der alkalische Titre um 0,8, in der von CO_2 befreiten Luft um 0,7.

Aus der Differenz der beiden letzten Bestimmungen (Differenz = 0,1) irgendwelche Schlüsse zu ziehen, dürfte kaum am Platze sein, da man nie sicher weiſs, ob man genau dieselbe Menge Fäulnisbacillen, dieselben Arten etc. in beiden Versuchen überimpft hat. Kontrollversuche, die ich in derselben Weise anstellte, fielen auch in dem Sinne aus, daſs gelegentlich die in der CO_2-freien Luft stehenden Peptonlösungen eine gröſsere Abnahme der Alkalescenz im Verlaufe der Zersetzung darboten als solche, die ich an der offenen Luft stehen lieſs.

Aus allen meinen Versuchen geht also hervor, daſs sterile, hochalkalische Peptonlösungen an der freien, gut ventilierten Luft meist um eine Spur in der Alkalescenz abnehmen oder event. auch dieselbe Alkalescenz beibehalten können; sind eiweiſszersetzende Prozesse in der Nähe, so kann infolgedessen eine Zunahme der Alkalescenz durch Ammoniakaufnahme statthaben. Die Abnahme der Alkalescenz bei sterilen hochalkalischen Peptonlösungen ist an den CO_2-Gehalt der Luft gebunden. Inwiefern dabei auch der Nitritgehalt der Laboratoriumsluft eine

Rolle spielt, vermag ich nicht zu unterscheiden, insofern mir die Arbeit von Rullmann (»Centralblatt für die landwirtschaftlichen, phytopathologischen und zymotechnischen Anwendungen der Mikrobiologie«, V, S. 216) nicht zur Verfügung stand.

Bei den mit einem Gemische von Fäulnisbakterien infizierten hoch alkalischen Peptonlösungen dagegen werden fast in gleicher Weise sowohl in der gewöhnlichen CO_2-haltigen Laboratoriumsluft als auch in der CO_2 freien Luft vorwiegend saure Zerfallsprodukte gebildet. Mithin kann bei der Zersetzung der hochalkalischen Peptonlösungen der gewöhnliche CO_2-Gehalt der Luft nur eine geringe Rolle spielen.

Dafs das Auftreten von vorwiegend sauren Zerfallsprodukten in einer stark alkalischen Peptonlösung nicht an die Zugabe der Sodalösung geknüpft sein konnte, suchte ich dadurch zu beweisen, dafs ich andere alkalische Zusätze zu der Peptonlösung hinzugab und zusah, ob ich dieselben Resultate erhielt. So versetzte ich die Peptonlösung mit Borax, Pottasche (Lithium carbonicum).

Ich will hier noch einen Versuch folgen lassen, bei dem ich die Alkalescenz der Peptonlösung durch Zugabe von Pottasche herstellte.

Versuch 22.

Herstellung einer mit Pottasche versetzten 5 proz. Peptonlösung auf die gewöhnliche Art Sterilisieren. Ein Teil der Gläser wird mit je einer Öse Fäulnisbakterien am 21. VIII. geimpft, ein anderer Teil steril an der freien Luft stehen gelassen. Sämtliche Gläser haben leichten Watteverschlufs.

Titre sämtlicher Gläser am	21. VIII.	2,4	(alkalisch)
» der geimpften » »	26. VIII.	1,8	»
		2,0	»
		2,0	»
» » » » »	30. VIII.	1,7	»
		2,0	»
		2,1	»
» » ungeimpften » »	30. VIII.	2,6	»
» » » » »	16. IX.	2,4	»

Also auch hier, bei mit Pottasche versetzten Peptonlösungen zeigt sich in den infizierten, stark alkalischen Peptonlösungen eine Abnahme der Alkalescenz während der Peptonzersetzung durch die Fäulnisbakterien, während in der gleichen Zeit die

ungeimpften Peptonlösungen an Alkalescenz noch zunehmen. Letztere Erscheinung beruht darauf, dafs die nichtinfizierte Peptonlösung dicht neben anderen sich, zersetzenden Eiweifslösungen standen, infolgedessen wahrscheinlich durch NH_3-Aufnahme eine Zunahme des alkalischen Titres resultierte. In der folgenden Zeit, in welcher keine Eiweifszersetzung mehr in der Nähe stattfand, sank der Titre wieder auf den Anfangstitre herab.

Die mit den anderen alkalischen Zusätzen versehenen Peptonlösungen zeigten dieselben Erscheinungen wie die mit Soda versetzten. (Nur in den mit Lithium carbonic. versetzten vermehrten sich die Fäulnisbakterien auffallend wenig, aber ich kam hier ebenfalls zu denselben Resultaten.)

Der Kontrolle wegen benutzte ich ferner zu einigen Versuchen neben dem Pepton. sicc. Witte auch solches von Merck, ohne einen Unterschied zwischen diesen beiden Peptonen — was meine Versuche anlangt — zu finden.

Es blieb also nichts anderes übrig, als die Ursache der Säuerung in solch hohen alkalischen Peptonlösungen der Hauptsache nach in dem durch die Anwesenheit von Alkali bedingten und modifizierten Zerfall derselben zu suchen.

Nun ist es in der Chemie bekannt, dafs durch Oxydationsprozesse salpetersaure Salze durch Fäulnis stickstoffhaltiger, organischer Stoffe bei Gegenwart von starken Basen gebildet werden, auf welchen Prozessen die Salpetergewinnung in unseren Salpeterplantagen beruht. Das vermittelst der Fäulnisbakterien zunächst gebildete Ammoniak wird bei Gegenwart von starkem Alkali zu Salpetersäure oxydiert.

Ist daher ein Gemisch von Fäulnisbakterien imstande, Ammoniak aus Eiweifslösungen zu bilden, so werden bei hoher alkalischer Reaktion der Eiweifslösung geringe Ammoniakmengen durch die Gegenwart des Alkali in Salpetersäure übergeführt werden können, sodafs auf Bildung minimaler Mengen von Salpetersäure die Säuerung in obigen Versuchen zurückgeführt werden dürfte.

Weitere Belege für letztere Annahme hoffe ich in einer weiteren Arbeit zu bringen.

Um kurz zu rekapitulieren, möchte ich folgendes hauptsächlich aus vorstehender Arbeit resumieren:

1. In meinen verdünnten Fleischlösungen ist bei $^1/_4$ und $^1/_8$% Boraxzusatz keine hemmende Wirkung auf die Fäulnis wahrzunehmen, erst bei $^1/_2$% bis zu 2% Boraxzusatz zeigt sich zwar eine anfängliche Verminderung der Bakterienanzahl, dann aber eine darauffolgende starke Vermehrung.

2. Bestimmte Bakterienarten, auf die der Borsäure- resp. Boraxzusatz erheblich stärker eingewirkt hätte als auf andere, vermochte ich nicht zu ermitteln. Es erscheint mir also sehr fraglich, ob sich ein Zusatz der genannten Mittel zu unseren Nährböden wird benutzen lassen, um aus denselben sogenannte elektive Nährböden herzustellen.

3. Bei der Boraxwirkung auf das Bakterienwachstum haben wir eine Bor- und eine Alkaliwirkung, bei Zusatz von Borsäure eine Bor- und eine Säurewirkung zu unterscheiden.

4. Alkalizusatz zu Gelatine, der im Alkalescenzgrad einer $^1/_8$ und $^1/_4$ proz. Boraxlösung entspricht, bedeutet eine Reizwirkung auf das Bakterienwachstum, ein Zusatz in stärkerer Konzentration hat eine Hemmung der Bakterienentwicklung zur Folge.

5. Die Borwirkung als solche äufsert sich, wo sie bemerkbar wird, durchweg in einer Hemmung auf das Bakterienwachstum. Bei 2% Boraxzusatz zu festen Nährböden findet kein Bakterienwachstum mehr statt.

6. Borsäure, sowie auch die zum Vergleich geprüfte Salzsäure in beliebig hohen Konzentrationen zu festen Nährböden zugesetzt, hinderte stets die Entwicklung von Bakterien.

7. Die auf eine anfängliche Verminderung der Anzahl der Fäulnisbakterien folgende enorme Vermehrung derselben ist in flüssigen Nährlösungen bei den Boraxzusätzen an die Abnahme des Alkali bei Borsäurezusätzen an die Säureabnahme gebunden. Und zwar nimmt zeitlich genau entsprechend der gröfsten Bakterienvermehrung in solchen mit Borax und Borsäure versetzten Flüssigkeiten der Alkali- resp. Säuregehalt ab, um schliefslich beim Absterben der Bakterien stehen zu bleiben oder ev. wieder etwas zuzunehmen.

8. Bei den mit Borax versetzten Fäulnislösungen weisen in der Regel die obersten Flüssigkeitsschichten während der Bakterienvermehrung eine geringere Alkalescenz als die übrigen Partien derselben auf, so dafs in dieser obersten Schichte die günstigsten Ernährungsbedingungen für das Bakterienwachstum gegeben sind. Bei den mit Borsäure versetzten Lösungen besitzt die oberste Flüssigkeitsschichte bei ruhigem Stehen der Flüssigkeit stets den geringsten Säuregehalt, so lange eine Vermehrung der Bakterienanzahl stattfindet. Bei Verminderung der Bakterienanzahl ist eine solche Differenz nicht mehr nachweisbar.

9. Dasselbe Gemisch von Fäulnisbakterien, das imstande ist, in sauren Nährflüssigkeiten Alkali zu bilden, vermag auch unter absolut gleichen Versuchsbedingungen in alkalischen Nährlösungen Säure zu bilden. Es scheint demnach nur auf die Reaktion der Nährlösung anzukommen, ob nach einem Gemische von Fäulnisbakterien Säure oder Alkali produziert wird.

10. Alkalibildung geschieht in flüssigen Nährmedien der Hauptsache nach durch Oxydationsvorgänge, mufs aber auch durch Reduktion hervorgerufen werden können.

11. Die Gröfse der Alkaliproduktion durch Fäulnisbakterien hängt ab von der Reaktion der Nährflüssigkeit (schwach sauer am günstigsten), der Menge der N-haltigen Substanzen, dem Nichtvorhandensein von Kohlehydraten, dem möglichst ungehinderten Luftzutritt (grofse Oberfläche der Flüssigkeit, loses Wattetampon etc.).

12. Vorwiegend s a u r e Zerfallsprodukte werden in einer Nährlösung durch die Gemische von Fäulnisbakterien der Hauptsache nach durch Reduktions- und Spaltungsprozesse hervorgerufen; in stark alkalischen Flüssigkeiten müssen Oxydationsvorgänge eine Hauptrolle dabei spielen.

13. Die durch Gemische von Fäulnisbakterien hervorgerufene Säurebildung ist in ihrer Gröfse abhängig von dem Vorhandensein von Kohlehydraten, der Reaktion der Nährflüssigkeit (starke Alkalescenz am besten, vorausgesetzt, dafs die Bakterien sich noch gut entwickeln), dem möglichst gehinderten Luftzutritt (kleine Oberfläche der faulenden Flüssigkeit, fester Verschlufs), dem Vorhandensein von N-haltigen Substanzen.

14. Die Säurebildung wird bei gewöhnlichen Verhältnissen in einer faulenden Flüssigkeit durch Spaltung von Zucker und anderen Kohlehydraten hervorgerufen. Bei günstigen Verhältnissen ist ein 2proz. Traubenzuckerzusatz zu einer faulenden Flüssigkeit innerhalb eines Tages vergoren.

15. Bor hemmt die Traubenzuckerspaltung, indem es die Traubenzucker spaltenden Bakterien scheinbar genau so in ihrer Thätigkeit behindert wie die anderen Bakterien (also keine elektive Wirkung). Je länger Bor auf die Bakterien eingewirkt hat, um so längere Zeit braucht die Zuckerspaltung.

16. Alkali(Soda)zusatz, entsprechend einem Alkalescenzgrad von 2% Borax, übt keinen hemmenden Einflufs auf die Traubenzuckervergärung aus.

17. Ein Gemisch von Fäulnisbakterien ist imstande, in einer stark und mittelstark alkalischen zuckerfreien Bouillon eine Verminderung der Alkalescenz derselben hervorzurufen.

18. Vorausgesetzt, dafs das von mir verwendete Pepton. sicc. Witte (Extraqualität) und Pepton. sicc. Merck rein ist, sind die Fäulnisbakterien befähigt, aus Stoffen, die der Eiweifsgruppe zugehören, bei starker Alkalescenz einer solchen Eiweifslösung, vorwiegend saure Zerfallsprodukte zu bilden, um die hohe Alkalescenz abzustumpfen und sich gewissermafsen dadurch möglichst günstige Ernährungsbedingungen zu verschaffen. Somit käme es bei der Zerlegung des Eiweifses durch Fäulnisbakterien nur auf die Reaktion der Eiweifslösung an, dafs in dem einen Fall vorwiegend alkalische, im andern vorwiegend saure Zerfallsprodukte gebildet werden oder sich anhäufen.

19. Sterile hochalkalische Peptonlösungen werden bei ruhigem Stehen in einer CO_2-Atmosphäre durch Absorption der CO_2 sauer, bei ruhigem Stehen an der gewöhnlichen Luft verlieren sie in der Regel ebenfalls eine Spur ihrer hohen Alkalescenz.

20. Der CO_2- oder NH_3-Gehalt der Laboratoriumsluft kann bei sterilen und ruhig stehenden gewöhnlichen Peptonlösungen eine geringe Säuerung resp. geringe Alkalisierung derselben zur Folge haben. Da der CO_2- und NH_3-Gehalt der Laboratoriumsluft wechselnd ist, so ist dieser Faktor mit in Rechnung zu ziehen.

21. Die Abnahme der Alkalescenz der sterilen Peptonlösungen bei ruhigem Stehen ist an den CO_2-Gehalt der Luft gebunden.

22. Die Abnahme der hohen Alkalescenz in mit einem Gemische von Fäulnisbakterien infizierten, stark alkalischen Peptonlösungen ist der Hauptsache nach nicht an den CO_2-Gehalt der gewöhnlichen Laboratoriumsluft gebunden.

23. Da in hochalkalischen, mit Pottasche, Borax und Lithium carbonic. versetzten Peptonlösungen ebenfalls wie in mit Soda versetzten, mit Hilfe der Fäulnisbakterien vorwiegend saure Zerfallsprodukte gebildet werden, so ist die Säuerung der betr. Peptonlösungen nicht von dem Sodazusatz allein abhängig, sondern wir haben es wohl mit einer allgemeinen Alkaliwirkung zu thun.

24. Die Säuerung bei der Zersetzung der hoch alkalischen Peptonlösungen vermittelst eines Gemisches von Fäulnisbakterien wird höchst wahrscheinlich dadurch hervorgerufen, dafs infolge des hohen Alkaligehaltes das entstehende Ammoniak zu salpetriger Säure und schliefslich Salpetersäure oxydiert wird (Salpeterplantagen).

Weiterer Beitrag zur Alkali- und Säureproduktion der Bakterien.

Von

Dr. **Rolly**.

(Aus dem hygienischen Institut zu Berlin und dem poliklinischen Laboratorium zu Heidelberg.)

In meiner ersten Mitteilung: »Zur Analyse der Borax- und Borsäure-Wirkung bei Fäulnisvorgängen nebst Studien über Alkali- und Säureproduktion der Fäulnisbakterien« hatte ich gefunden, dafs in einer reinen, stark alkalischen Peptonlösung die Fäulnisbakterien vorwiegend saure Zerfallsprodukte bildeten, infolgedessen die Alkalescenz der Peptonlösung abnahm und dadurch für die Vermehrung der Fäulnisbakterien günstigere Bedingungen geschaffen wurden.

Ich arbeitete bei diesen experimentellen Untersuchungen immer mit einem G e m i s c h e von Fäulnisbakterien hauptsächlich deswegen, um die Fäulnisvorgänge, wie sie sich in der Natur abspielen, möglichst nachzuahmen.

Es entstand somit ganz von selbst die weitere Frage, ob auch gewisse Arten von Bakterien imstande sind, infolge ihres Stoffwechsels aus einer reinen Peptonlösung vorwiegend saure Zerfallsprodukte zu bilden.

Wenn unsere Annahme, dafs aus einer reinen, stark alkalischen Peptonlösung die sauren Zerfallsprodukte durch Oxydation des Ammoniaks zu salpetriger Säure und schliefslich zu Salpetersäure infolge des hohen Alkaligehaltes entstehen, so war es von

vornherein anzunehmen, dafs nur solche Bakterienarten eine Abnahme der Alkalescenz bewirken können, die durch ihren Stoffwechsel in der Peptonlösung auch Ammoniak erzeugten. Es müfste also in diesem Falle eine sehr weitgehende Zersetzung der Peptonlösung stattfinden.

Um den Versuch zu vervollständigen, stellte ich mir einesteils saure (durch Zugabe von Salzsäure), andernteils alkalische (durch Zugabe von Sodalösung) 5 proz. Peptonlösung auf die gewöhnliche Weise dar, kochte dieselbe ca. 1 Stunde und sterilisierte sie in etwas weiten Reagensröhrchen an drei aufeinanderfolgenden Tagen. Sodann impfte ich die einzelnen Röhrchen, die mit einem Wattepfropfen leicht verschlossen waren, mit den betr. Reinkulturen[1]) der Bacillen. Hierzu Tabelle 1.

(Siehe Tabelle I auf S. 408.)

Geimpft wurden die einzelnen Röhrchen mit den obigen Bazillen am 8. IX., standen also 8 Tage lang im Brutschrank bei 37°. Der Titre der sauren sterilen Peptonlösung war am 8. IX. 2,8, am 16. IX. 3,0, hat also während dieser 8 Tage an Säure 0,2 zugenommen; der Titre der alkalischen sterilen Peptonlösung betrug am 8. IX. 3,0, am 16. IX. 2,5, hat also während derselben Zeit beim Stehen in dem Brutschrank um 0,5 an Alkalescenz ab- oder an Säure zugenommen. Diese grofse Säuerung ist aber sehr gut dadurch zu erklären, dafs 4 Tage lang in diesem Brutschrank ca. 30 geimpfte Zucker-Bouillonröhrchen standen und infolge der sehr geringen Ventilation war die Atmosphäre in dem Brutschrank äufserst an Kohlensäure reich. Wir sehen also auch hier wieder, wie unter abnormen Verhältnissen, wie schon in der ersten Mitteilung klargelegt, wir mit dem CO_2-Gehalt der Luft zu rechnen haben.

Die von mir *X*, *Y* und *Z* genannten Fäulnisbakterien isolierte ich mir mittels des Plattenverdünnungsverfahrens. Es waren diejenigen Fäulnisbakterien, die am häufigsten und zahlreichsten bei den Fäulnisvorgängen waren.

1) Die Reinkulturen verdanke ich Herrn Dr. Marschall, Assistent am hygienischen Institute Heidelberg, für deren gütige Überlassung ich demselben auch an dieser Stelle nochmals bestens danke.

Tabelle.

Bakterienart	Saure Peptonlösung		Alkalische Peptonlösung	
	Wachstum	Titre am 16. IX.	Wachstum	Titre am 16. IX.
Bac. typhi abdominal.	gut	2,0 (sauer)	mittel	2,7 (alkal.)
Bact. coli commun.	sehr gut	0,4 »	gering	2,7 »
Staphyloc. pyogen. aureus	gut	1,1 »	»	2,6 »
Bact. prodigiosum	mittel	2,7 »	mittel	3,1 »
Hefe aus Sputum	fast 0	3,0 »	fast 0	2,5 »
Micrococc. tetragen. albus	mittel	2,6 »	gering	2,7 »
Pneumococcus	»	2,7 »	mittel	2,9 »
Bac. subtilis	»	2,7 »	fast 0	2,7 »
Bact. cyaneofluorescens	fast 0	2,9 »	gering	2,6 »
Micrococc. tetragen. M.	mittel	2,8 »	»	2,9 »
Bact. violaceum	0	3,0 »	0	2,5 »
Sarcina aurantiac	sehr gering	2,6 »	fast 0	2,7 »
B. d. Hospitalbrands	gut	2,4 »	mäfsig	3,1 »
Orange-Luft	fast 0	3,0 »	fast 0	2,6 »
Riesen-Diplococc.	fast 0	3,0 »	Spur	2,8 »
Bac. megatherium (Spital)	mittel	2,8 »	»	2,7 »
Bact. rhinoscleromat.	gut	2,1 »	0	2,5 »
Cactus capsel Bacillus	mäfsig	2,9 »	Spur	2,6 »
Bact. violaceum (aus Wass.)	»	2,95 »	0	2,5 »
Bac. maximus	fast 0	3,0	0	2,5
Bact. pyocyaneum	gut	2,1	gering	2,55
Bac. ruber indic.	»	1,2	»	2,7
Vibr. cholerae asiatic.	»	1,1	gut	2,8
Bac. Diphtheriae	fast 0	2,9	0	2,5
Kartoffelbacillus	gut	2,4	gering	2,55
Bac. choler. gallinar.	fast 0	2,95	fast 0	3,0
Proteus vulgaris	gut	1,8	gering	2,8
Fäulnisbac. *X*	»	1,8	mittel	3,25
» *Y*	mittel	2,7	»	3,05
» *Z*	mäfsig	2,5	fast 0	2,5

Fäulnisbacillus *X* erscheint auf der Gelatineplatte als runde, weifse, verflüssigende Kolonie, bewegt sich im hängenden Tropfen, wächst rasch auf Gelatine, zersetzt energisch Traubenzucker, färbt sich nicht nach Gram.

Fäulnisbacillus *Y* erscheint auf der Gelatineplatte als etwas eingekerbte, im allgemeinen aber rundliche, gelbschmutzige, nur

wenig die Gelatine verflüssigende Kolonie, ist nicht beweglich im hängenden Tropfen, wächst auf Gelatine langsamer als Fäulnisbacillus *X*, zersetzt keinen Traubenzucker, färbt sich nicht nach Gram.

Fäulnisbacillus *Z* erscheint auf der Gelatineplatte als kleine, runde, stark prominente, weifslichschmutzige, nicht die Gelatine verflüssigende Kolonie, ist im hängenden Tropfen beweglich, wächst langsam auf der Gelatine, zersetzt Traubenzucker, färbt sich nicht nach Gram; die Kolonien erreichen auf der Gelatineplatte nie die Gröfse derjenigen von *X* und *Y*.

Sehen wir uns in der Tabelle zuerst die Titres der sauren Peptonlösung an, so erkennen wir, dafs von sämtlichen von mir untersuchten Bakterien selbst bei mäfsigem Wachstum Alkali produziert wurde, insoferne die Titres dieser infizierten Peptonlösungen immer geringer waren als diejenigen der sterilen. Bei nur sehr geringem Wachstum der einzelnen Bakterien war der Titre immer gleich demjenigen der sterilen Peptonlösung = 3,0.

In der Rubrik der alkalischen Peptonlösung finden wir nun ebenfalls in allen Fällen, vorausgesetzt, dafs die Bakterien bei dem hohen Alkaligehalte gewachsen waren, eine Zunahme des alkalischen Titres der Peptonlösung. Bei denjenigen Bakterien, die in der alkalischen Peptonlösung nicht gewachsen waren, beträgt der Titre in allen Fällen genau so viel wie derjenige der sterilen Peptonlösung = 2,5.

Ich habe vorstehenden Versuch verschiedentlich und zu den verschiedensten Zeiten wiederholt. Ich habe neutrale und noch stärker alkalische 5 proz. Peptonlösungen genommen, bin aber immer zu demselben Resultate gekommen. Auch hatte ich in zwei Versuchen dafür gesorgt, dafs keine weiteren (namentlich zuckerzersetzenden) Röhrchen in dem Brutschrank standen, damit eine möglichst geringe Säuerung der sterilen Peptonlösung eintrete.

Somit sehen wir hier bei den einzelnen Bakterien keine Säuerung in einer stark alkalischen Peptonlösung eintreten, wie wir es regelmäfsig bei einem Gemische von Fäulnisbacillen beobachten konnten. Eine einzige Bacillenart vermag in einer stark alkalischen Peptonlösung nicht durch Bildung von vor-

wiegend sauren Zerfallsprodukten sich günstigere Ernährungs- und Vermehrungsbedingungen zu verschaffen.

Damit stehen unsere Befunde in der ersten Mitteilung im Einklang, die wir bei den mit Typhus- und Colibacillen geimpften Lösungen fanden. Das Vermehrungsstadium blieb nämlich bei diesen beiden Bacillen aus (s. Tab. 3 u. 4). Damals konnten wir noch keine Erklärung für diesen Befund geben. Jetzt wissen wir, dafs eine einzelne Bakterienart allein nicht imstande ist, die Alkalescenz einer stark alkalischen Flüssigkeit herabzudrücken. Da nun von dieser Abnahme der Alkalescenz die Vermehrung der Bacillen abhing, so mufste, wenn keine Alkalescenzabnahme stattfinden konnte, auch das Vermehrungsstadium nicht eintreten.

Die bei Coli eingetretene geringe Vermehrung (s. Tab. 4, 1 % Boraxzusatz) ist offenbar dadurch bedingt, dafs der CO_2 Gehalt der Luft eine geringe Alkalescenzabnahme bewirkte.

Die in obiger Tabelle niedergelegten Befunde sind uns wieder neue Beweise für unsere Annahme, dafs die Säuerung durch Zersetzung einer stark alkalischen Peptonlösung vermittelst Bakterien — abgesehen von dem CO_2-Gehalt der Luft — durch Oxydation des Ammoniaks infolge des starken Alkaligehaltes des Nährbodens entsteht. Die einzelnen Bakterien sind allein für sich nicht imstande, die Peptonlösungen so weitgehend zu zersetzen, dafs dadurch die einfachsten Verbindungen, wie Ammoniak etc. sich bildeten.

Ich legte mir deshalb die weitere Frage vor, ob es vielleicht möglich sei, dafs durch gleichzeitiges Impfen verschiedener Bacillen in eine stark alkalische Peptonlösung dieselben Verhältnisse eintreten würden wie bei den Fäulnisvorgängen, d. h. eine Abnahme der Alkalescenz erfolgen würde.

Ich verwandte zu diesen Versuchen die Fäulnisbazillen X, *Y* und *Z*, aufserdem den Proteus vulgaris, stellte mir mittelst Zusatzes von Soda die bekannten stark alkalischen 5proz. Peptonlösungen dar, sterilisierte dreimal etc.

Titre der sterilen Peptonlösung am 10. IX. 3,6 (alkal.)
» » » » » 18. IX. 3,4 (alkal.)

Peptonlösung geimpft mit:

			Titre am 18. IX.
1) Proteus vulgaris +	Fäulnisbac.	$X + Y + Z$	: 2,8
2) Proteus vulgaris +	»	$X + Y$	: 3,1
3) Proteus vulgaris +	»	X	: 3,7
4)	Fäulnisbac.	$X + Y + Z$	: 3,7
5)	»	$X + Y$	: 3,65
6	»	$Y + Z$	: 3,6.

Sämtliche Röhrchen standen bei einer Temperatur von ca. 24° in gleich grofsen, etwas breiten Röhrchen.

Aus dieser Tabelle ergibt sich folgendes:

Impft man sämtliche 4 Bakterienarten in ein Röhrchen, so treten vorwiegend saure Zerfallsprodukte der Peptonlösung auf, auch konnte ich den Fäulnisbacillus Z weglassen, trotzdem trat eine Säuerung der Nährsubstanz ein. Bei allen übrigen Kombinationen dagegen nahm der Alkaligehalt des Nährbodens zu, d. h. diese Bakterien waren vereint nicht imstande, die Peptonlösung so weitgehend zu zersetzen, dafs dadurch NH_3 und durch Oxydation dieser NH_3 Salpetersäure und damit Abnahme der Alkalescenz entstand.

Zu beachten ist bei derartigen Versuchen auch noch, dafs man eine grofse Menge Bakterienmaterials überimpft. So brauchte ich zu obigem Versuche 2 grofse Ösen Bakterien einer 4tägigen Agarkultur für jedes einzelne Röhrchen. Nahm ich nur 1 Öse, so bekam ich keine Abnahme der Alkalescenz.

Bei den übrigen (3—6) Kombinationen habe ich trotz reichlichster Überimpfung von Bakterienmaterial keine Abnahme der Alkalescenz erzielen können.

Also erst durch synergetisches, vielleicht auch symbiotisches Zusammenleben (Nencki) und vereintes Zusammenwirken verschiedenartiger Fäulnisbakterien können stark alkalische Peptonlösungen bei ihrem Zerfall an Alkalescenz einbüfsen. Was einer einzelnen Fäulnisbakterienart nicht gelingt, können verschiedene Arten durch ihr Zusammenwirken erreichen.

Das Ergebnis dieser Arbeit fasse ich in folgendem zusammen:

1) Sämtliche von mir untersuchte Bakterien erzeugen für sich allein in einer reinen alkalischen oder sauren oder neutralen Peptonlösung stets alkalische Zerfallsprodukte. Dabei ist der CO_2- oder NH_3-Gehalt der Luft mit in Rechnung zu ziehen, da die Zunahme der Alkalescenz bei einer Bakterienart gewöhnlich geringer ist als bei einem Gemische von Fäulnisbakterien (s. vorige Arbeit), infolgedessen eine event. Absorption von CO_2 oder NH_3 aus der Luft mehr in die Wagschale fällt.
2) Erst durch Überimpfung verschiedenartiger Bakterien in sehr reichlicher Menge in eine stark alkalische Peptonlösung ist es möglich, eine Abnahme der Alkalescenz in der stark alkalischen Nährlösung herbeizuführen und damit dieselben Verhältnisse zu schaffen, die wir bei einem Gemische von Fäulnisbakterien in der vorigen Arbeit beobachtet haben.

ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

GENERAL-REGISTER ZU BAND I—XL.

BEARBEITET

VON

DR. LUDWIG LANGE.

MÜNCHEN UND BERLIN.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1902.

Namen-Register.

Vorbemerkung.

Von den jeder Angabe beigefügten drei Zahlen bedeutet:
die erste den Band,
die zweite (in gekürzter Form) das Jahr, in dem dieser erschienen,
die dritte die Seite des Bandes.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

J.

K.

L.

Lehmann K. B. Experimentelle Studien über den Einfluſs technisch und hygienisch wichtiger Gase und Dämpfe auf den Organismus.
VII: z. Teil mit den Dr. Dr. **Nakahama, Mori, Rosenblatt** und **Hertel.** Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel. 20. 94. 26.
VIII: Beiträge zur Kenntnis der Terpentinölwirkungen. 34. 99. 321.
IX (mit **Bickel H.** und **Herligkoffer K.**): Untersuchungen über die langdauernde Wirkung mittlerer Kohlensäuredosen auf den Menschen. 34. 99. 338.
— Ein Beitrag zur Frage der Gesundheitsschädlichkeit der Salicylsäure. 5. 86. 483.
— Über die Gesundheitsschädlichkeit des blauen Brotes, nebst einer Notiz über den blauen Farbstoff von Mercurialis perennis. 6. 87. 124.
— Erklärung in Betreff der Arbeit von Dr. H. Bernheim: »Die parasitären Bakterien der Cerealien«, nebst weiteren eigenen Versuchen. 9. 79. 350.
— Zur Saccharinfrage. 10. 90. 81.
— (Teilweise unter Mitwirkung von **Schöppe A.** und **Kern L.**) Hygienische Untersuchungen über Bleichromat. 16. 93. 315.
— Nachträge zu meinen hygienischen Untersuchungen über Bleichromat. 19. 93. 115.
— Hygienische Studien über Mehl und Brot, mit besonderer Berücksichtigung der gegenwärtig in Deutschland üblichen Brotkost.
I. Zermahlungsgrad. 19. 93. 71.
II. Unkrautgehalt. 19. 93. 115.
III. Qualitative und quantitative Untersuchungen über den Säuregehalt des Brotes. 19. 93. 363.
IV. (z. Tl. mit Dr. **Cohen** u. cand. med. **G. Weber**). Über die hygienische Bedeutung des Säuregehaltes des Brotes. 20. 94. 1.
V. (und **Spiro**). Beiträge zur physikalischen Beschaffenheit des Brotes. 21. 94. 215.
VI. Über ein direkt aus den Getreidekörnern (ohne Mehlbereitung) hergestelltes Brot (Patent Gelink). 21. 94. 247.
(VII. (s. **Wolffin A.**) 21. 94. 268.)
(VIII. (s. **Welte E.**) 24. 95. 84.)
(IX. (s. **Jungmann E.**) 24. 95. 109.)
— Hygienische Studien über Kupfer.
I. Die Bestimmung kleiner Kupfermengen in organischen Substanzen. 24. 95. 1.
II. (Mit Dr. **Mock,** Dr. **Kant** und Dr. **Lang**.) Der Kupfergehalt der menschlichen Nahrungsmittel. 24. 95. 18.
III. (Mit Dr. **Kant.**) Welche Kupfermengen können durch Nahrungsmittel den Menschen unbemerkt eingeführt werden? 24. 95. 73.
IV. Der Kupfergehalt von Pflanzen und Tieren in kupferreichen Gegenden. 27. 96. 1.
V. Neue kritische Versuche über quantitative Kupferbestimmung beim Vorhandensein geringer Mengen. 30. 97. 250.
VI. Die Wirkung des Kupfers auf den Menschen. 31. 97. 279.

N.

Nakahama T. s. a. **Lehmann K. B.**

Neisser M. Über einen neuen Wasser-Vibrio, der die Nitrosoindol-Reaktion liefert. 19. 93. 194.

Nékám D. L. A. Über die Untersuchung der organischen Substanzen der Luft. 11. 90. 396.

Neufeld A. Untersuchungen über Schweinefett und den Nachweis der gebräuchlichsten Verfälschungen desselben. 17. 93. 452.

Neufeld L. Beitrag zur Kenntnis der Smegmabacillen. 39. 01. 184.

Neumann R. O. Studien über die Variabilität der Farbstoffbildung bei Micrococcus pyogenes α aureus (Staphylococcus pyog. aureus) und einigen anderen Spaltpilzen. 30. 97. 1.

— Die Bedeutung des Alkohols als Nahrungsmittel. Nach Stoffwechselversuchen am Menschen. 36. 99. 1.

— Der Einfluſs gröſserer Wassermengen auf die Stickstoffausscheidung beim Menschen. 36. 99. 248.

Neumayer Y. Untersuchungen über die Wirkung der verschiedenen Hefearten, welche bei der Bereitung weingeistiger Getränke vorkommen, auf den tierischen und menschlichen Organismus. 12. 91. 1.

Niedermayer M. Die Kanalisation Münchens. 17. 93. 677.

Niemann F. Über die Menge flüchtiger Schwefelverbindungen in den festen Ausscheidungen. 19. 93. 117.

— Über die Abspaltung von Kohlensäure, Mercaptan und Schwefelwasserstoff beim Kochen einiger animalischer und vegetabilischer Nahrungsmittel. 19. 93. 126.

— s. a. **Rubner M.**

Nishimura T. Untersuchung über die chemische Zusammensetzung eines Wasserbacillus. 18. 93. 318.

— Über den Cellulosegehalt tuberkulöser Organe. 21. 94. 52.

Nijland F. H. Über das Abtöten von Cholerabacillen in Wasser. 18. 93. 335.

Nothwang Fr. Die Folgen der Wasserentziehung. 14. 92. 272.

— Luftdruckerniedrigung und Wasserdampfabgabe. 14. 92. 337.

— Über den Wärmeverlust des bekleideten Fuſses durch Kontakt mit dem Boden. 15. 92. 314.

— Der Salpetergehalt verschiedener Fleischwaren in dem Pökelprozeſs. 16. 93. 122.

— Über die Veränderungen, welche frisches Fleisch und Pökelfleisch beim Kochen und Dünsten erleiden. 18. 93. 80.

Nuſsbaum Chr. Hygienische Forderungen an die Zwischendecken der Wohnhäuser. 5. 86. 265.

— Ein Beitrag zu den Trockenheitsverhältnissen der Neubauten. 17. 93. 17.

— **s. a. Lehmann K. B.**

Nuttall G. H. F. Über den Einfluſs von Schwankungen in der relativen Feuchtigkeit der Luft auf die Wasserdampfabgabe der Haut. 23. 95. 184.

O.

P.

R.

S.

Z.

SACH-REGISTER.

A.

---

[1]) S. Vorbemerkung auf S. 4!

[2]) Die Beifügung des Autorennamens zeigt an, daſs die vorstehende Angabe dem Titel einer Arbeit entspricht.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

Q.

R.

S.

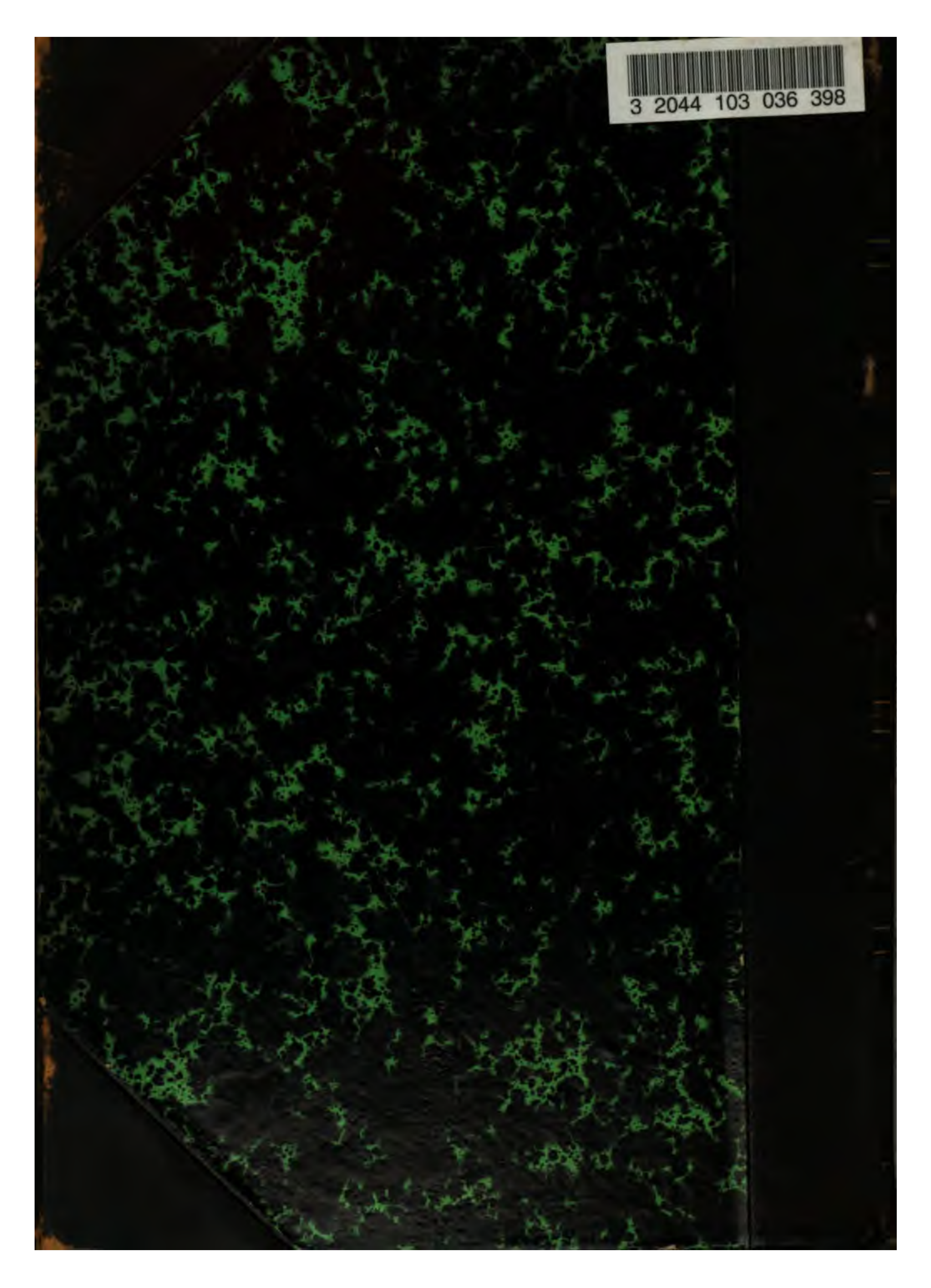
T.

U.

V.

X.

Z.


3 2044 103 036 398